ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

*Collection:*

# APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

Ano 2022

ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

*Collection:*

# APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

Ano 2022

# Collection: applied production engineering

**Diagramação:** Daphynny Pamplona
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga
**Revisão:** Os autores
**Organizador:** Adriano Pereira da Silva

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C697 Collection: applied production engineering / Organizador Adriano Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-835-6
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.356221001

1. Production engineering. I. Silva, Adriano Pereira da (Organizador). II. Título.

CDD 620

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

# APRESENTAÇÃO

A coleção “Applied production engineering” versa a pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O principal objetivo é expor, de forma categórica e clara, as pesquisas realizadas nas diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujos trabalhos contemplam diretrizes relacionadas à avaliação do ciclo de vida, gestão do conhecimento, transferência do conhecimento, gestão de pessoas, gamificação, desenvolvimento sustentável, criação do conhecimento, processos produtivos, gestão de projetos, mecanização florestal, operações florestais, segurança do trabalho; e áreas correlatas.

Portanto, os tópicos discutidos em sociedade, empresariado e academia, são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, estabelecendo uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos aqueles que estão interessados na engenharia de produção e/ou industrial. Assim, salienta-se a importância das temáticas abordadas nesta coleção, visto pela evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sendo capaz de solucionar problemas atuais e vindouros.

Deste modo, esta obra propõe uma teoria a partir dos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que trabalharam intensamente no desenvolvimento de seus trabalhos, que será apresentada de forma concisa e pedagógica. Sabemos da importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma integrada e confiável para a exibição e divulgação de seus resultados.

Adriano Pereira da Silva

## SUMÁRIO

# CAPÍTULO 1

## ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E DO PROCESSO DE RECICLAGEM DE FIBRAS ASSOCIADAS À CADEIA PRODUTIVA DO JEANS (DENIM) PELA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Data de submissão: 05/11/2021*

**Lucas Rener Cavioli**
Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP)
São Carlos - SP
http://lattes.cnpq.br/4185897837370158

**Aldo Roberto Ometto**
Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP)
São Carlos - SP
http://lattes.cnpq.br/2462958511458264

**RESUMO:** Na atual situação mundial, na qual há uma elevada produção de novos produtos pelas organizações para atender o consumo de seus clientes, é imprescindível o estudo de estratégias que visem a sustentabilidade, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais gerados pela exploração dos recursos naturais. Uma dessas organizações que precisam ser avaliadas é a indústria têxtil, sendo considerada um dos ramos mais poluidores do século, pois demanda muita energia na produção e transporte de seus produtos, polui o ar com emissão de gases, as águas com as químicas usadas nos beneficiamentos, tingimentos e irrigação de plantações, e o solo com pesticidas de alta toxidade. Esse estudo trará maior foco no jeans (denim), desde a extração da fibra até o acabamento da peça confeccionada, com escopo de aplicação metodológica 'berço ao portão da fábrica', e avaliar as metodologias de reciclagem das fibras do tecido. O Brasil, além de ser considerado a maior cadeia têxtil do Ocidente, é o quinto maior produtor e consumidor de denim do mundo, o que justifica a importância dessa pesquisa. O estudo em questão realizará levantamentos da Avaliação do Ciclo de Vida do setor têxtil seguindo as normas da ABNT 14040 e 14044, além de estudar a circularidade da economia em conjunto ao mesmo, analisando o impacto ambiental desde a extração de matéria prima até a saída do portão (cradle to gate). Serão estudadas as fases de definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação. Ademais, serão desenvolvidas discussões e uma conclusão onde serão analisados os impactos gerados pela fabricação de peças jeans ao longo da cadeia produtiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação do Ciclo de Vida; Setor Têxtil; Jeans.

## ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACTS AND OF THE FIBER RECYCLING PROCESS ASSOCIATED WITH THE JEANS (DENIM) PRODUCTION CHAIN BY LIFE CYCLE ASSESSMENT

**ABSTRACT:** In the current global situation, in which there is a high production of new products by organizations to meet the consumption of their customers, it is essential to study strategies aimed at sustainability, in order to reduce the environmental impacts generated by the exploitation of natural resources. One of these organizations that needs to be evaluated is the textile industry, being considered one of the most

polluting industries of the century, because it demands a lot of energy in the production and transportation of its products, pollutes the air with gas emissions, pollutes the water with chemicals used in processing, dyeing, and irrigation of crops, and pollutes the soil with highly toxic pesticides. This study will focus on denim, from the extraction of the fiber to the finishing of the garment, with the scope of the 'cradle to factory gate' methodological application, and evaluate the methodologies for recycling of the fabric fibers. Besides being considered the largest textile chain in the West, Brazil is the fifth largest producer and consumer of denim in the world, which justifies the importance of this research. The study in question will conduct surveys of the Life Cycle Assessment of the textile sector following the ABNT 14040 and 14044 standards, in addition to studying the circularity of the economy in conjunction with it, analyzing the environmental impact from the extraction of raw materials to the cradle to gate. The phases of objective and scope definition, inventory analysis, impact assessment, and interpretation will be studied. Furthermore, discussions and a conclusion will be developed where the impacts generated by the manufacture of jeans along the production chain will be analyzed.
**KEYWORDS:** Life Cycle Assessment; Textile Sector; Jeans.

## 1 | INTRODUÇÃO

O consumo por novos produtos está cada vez mais em alta no mundo. Para atender essa demanda, as organizações produzem mais produtos em um menor período de tempo, criando cada vez mais a necessidade e aprimoramento de técnicas que visem a sustentabilidade e a transição da economia linear para a circular.

Os produtos interagem com o meio ambiente por meio dos fluxos de energia e matéria em todas as fases do processo produtivo, desde a extração da matéria-prima, fabricação, distribuição, uso, reutilização e reciclagem, e, finalmente, o descarte (ŽIDONIENĖ; KRUOPIENĖ, 2014). Condições ambientais devem ser introduzidas no processo de tomada de decisão durante o desenvolvimento dos produtos, principalmente nas primeiras etapas do processo, com intuito de atingir uma maior classe de sustentabilidade.

A degradação dos recursos naturais tem como fatores potencialmente agravadores o consumo desenfreado, aumento da desigualdade entre países produtores e consumidores e diminuição do ciclo de vida de produtos (BORCHARDT et al, 2012). Esse cenário atual conclui-se que é de imensa importância e necessidade buscar métodos que possibilitem mudanças nos padrões insustentáveis de consumo, sendo um dos métodos utilizados para determinar o impacto ambiental de determinado produto ou processo é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

Dados os potenciais impactos investigados em trabalhos realizados, a indústria têxtil é um ramo prejudicial ao meio ambiente. A extração da matéria prima, a confecção de novas peças, alto consumo de energia e transporte são as fases em que há pontos críticos, sendo possível justificar a necessidade de um estudo sobre o ciclo de vida do jeans (denim), evidenciando o fato de que o produto possui extrema importância para a renda de

diversos países, incluindo o Brasil.

Este estudo tem como principal objetivo, portanto, contribuir na modelagem do cenário desse produto, com a análise dos impactos ambientais gerados pela sua produção, a fim de alcançar a sustentabilidade e desenvolver o conceito da economia circular na produção de produtos têxteis.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Têxteis são materiais flexíveis constituídos pelo entrelace de fibras naturais ou artificiais, formando tramas que recebem a denominação comum de tecido. Os materiais têxteis estão presentes no cotidiano, tais como vestuário e decoração, além de aplicações técnicas, como filtros e ataduras (SOBREIRA, 2019).

Segundo a ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e Confecção), o Brasil é o quarto produtor de malhas do mundo e a produção média têxtil em 2018 foi de 2,03 milhões de toneladas, representando 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da Indústria de Transformação. É um ramo nacional que gera lucros relevantes, sendo que no mesmo ano a Cadeia Têxtil do país faturou R$ 177 bilhões (ABIT, 2018).

A estrutura da cadeia produtiva do setor têxtil gera muitos resíduos durante o processo, além de também causar a poluição do ar, da terra e da água por meio da emissão de poluentes tóxicos. Há um excessivo consumo de água, energia e outras formas de recursos durante o processo de produção e que impactam diretamente no meio ambiente (MUTHU et al, 2014). Vide Figura 1.

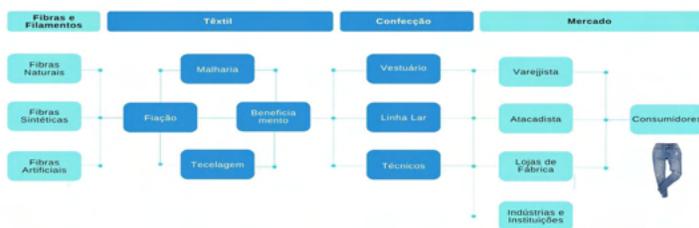



Figura 1: Estrutura da cadeia têxtil.

Fonte: Adaptado de (CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÕES DO ESTADO DE SANTA CATARINA: PRINCIPAIS ELOS, PARCEIROS E PRODUTOS COMERCIALIZADOS; LUNA; MILNITZ, 2017).

A indústria têxtil consome 15% de toda a água industrial do mundo, que resulta em aproximadamente 30 milhões de m³ ao ano (Beal apud Tundisi et al, 2014). Guercio (2006) relata que o impacto ambiental das atividades têxteis está envolvido, principalmente, com o consumo de energia elétrica, água e lançamento de contaminantes nos corpos hídricos e térreos de forma incorreta com particularidades, níveis de poluição e contaminação de

acordo com o produto utilizado. Neste estudo, o produto de referência será o jeans.

A história deste tecido se iniciou na França, em Nimes, onde o tecido foi fabricado pela primeira vez, em 1792. Logo, passou a ser conhecido por "tecido de Nimes", expressão que com o tempo foi abreviada para "denim". É o artigo têxtil mais consumido no mundo, com o Brasil sendo considerado o quinto maior país produtor e consumidor deste tecido (ABIT, 2021).

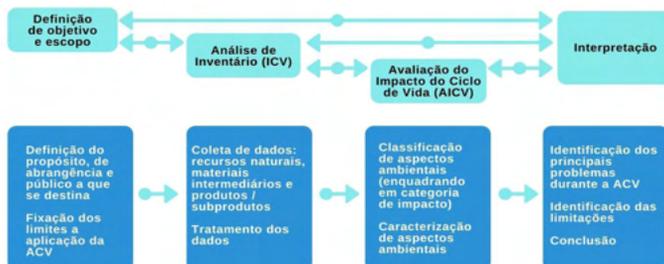
O fio utilizado para a fabricação do denim é 100% algodão, sendo a fibra têxtil natural mais conhecida no mundo (ABIT, 2019). Considerado uma *commodity* no Brasil, o país é o maior produtor de algodão do Hemisfério Sul, com uma produção anual de 7,4 milhões de fardos para 1,1 milhão de hectares de terra cultivada (Johnson et al., 2014) e segundo a Revista Textilia (2010), o denim consome 17% do algodão produzido no mundo.

A produção do algodão requer o uso de grande quantidade de água. De acordo com o World Wide Fund For Nature, são necessários 7.000 a 29.000 litros por quilograma de algodão, com 73% da produção mundial dependente desta irrigação. Ao que se refere aos efluentes, têm se que anualmente são descartados 40 e 50 mil toneladas de corantes em corpos hídricos pelas indústrias têxteis, provocando a contaminação da água (REIS, 2017). A produção de algodão também está relacionada com o consumo de pesticidas, tendo o uso de 11% de todo o consumo pela agricultura mundial, e  de inseticidas, apresentando 24% (DAHHLOF, 2004).

Para analisar e quantificar os impactos ambientais, econômicos e sociais dessa indústria, uma das metodologias utilizadas é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). É a compilação e avaliação das entradas, das saídas de materiais e fluxos de energia e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida, baseado em sistemas quantificáveis.

Por meio dela, é possível selecionar indicadores ambientais apropriados, identificar os aspectos mais significativos relacionados ao desempenho ambiental, e avaliar o desempenho absoluto e relativo de abordagens alternativas à produção. (ILCD, 2010).  Um estudo de ACV é baseado em quatro fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação. Vide Figura 2.

Figura 2: Estrutura Metodológica da ACV.

Fonte: Adaptado de Chehebe, 1997.

Uma avaliação sistemática do ciclo de vida de um produto pode auxiliar a demonstrar como os aspectos ambientais, sociais e financeiros estão inter-relacionados e interagem entre si. Esses métodos podem abranger muitas categorias de impactos, concedendo caracterizações individuais. Podem ser classificados como *midpoint* e *endpoint*, seguindo a abordagem específica de cada um (PIEKARSKI et al., 2012).

As categorias de *midpoint* utilizam indicadores ao longo do mecanismo ambiental (sistema de processos físicos, químicos e biológicos de cada categoria de impacto) antes de chegar ao ponto final da categoria (MENDES; BUENO; OMETTO, 2015). Por outro lado, as categorias de *endpoint* considera todo o mecanismo ambiental até o seu ponto final, se referindo a um dano relacionado com a área mais ampla de proteção, sendo um conjunto de pontos finais de cada categoria, podendo ser o meio ambiente, saúde humana ou recursos naturais (MENDES, 2013).

É válido ressaltar que, apesar do potencial que representa para os tomadores de decisão, a ACV demonstra ainda limitações, que devem ser transpostas de forma a consolidar sua contribuição ao desenvolvimento sustentável das organizações (SEO; KULAY, 2006).

## 3 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo contém a análise das quatro fases da ACV de dois estudos de caso seguindo as normas ABNT 14040 e 14044, com ambos utilizando como unidade funcional um par de jeans, a fim de estudar os impactos ambientais de itens de moda.

Os estudos analisados são:

- "The Life Cycle of a Jean. Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans" por Levi Strauss & Co., 2015; (Estudo 1).
- "Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans" por MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S., 2017 (Estudo 2).

### 3.1 Estudo 1

A Levi Strauss & Co foi uma das pioneiras na aplicação de ACV para produtos feitos com jeans. Inserida em uma economia global, realizou o estudo considerando cenários de cultivo da matéria prima e produção, com intuito de quantificar os impactos da produção de uma calça jeans Levi 's® 501®. O objetivo da aplicação da ACV é auxiliar a própria empresa e demais indústrias a adotarem abordagens mais eficazes e holísticas para a preocupação e conscientização ambiental.

É abordado desde a extração da matéria prima até o fim da vida (túmulo), ou seja, realiza uma análise *cradle to grave* ('berço ao túmulo') e tem como público alvo o setor industrial e vestuário. Neste estudo é utilizada uma análise *cradle to gate* ('berço ao portão da fábrica') para fins comparativos. Para a coleta de dados para a realização do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), todas as entradas e saídas dos fluxos de materiais e energia foram constituídas e quantificadas segundo a Figura 3.

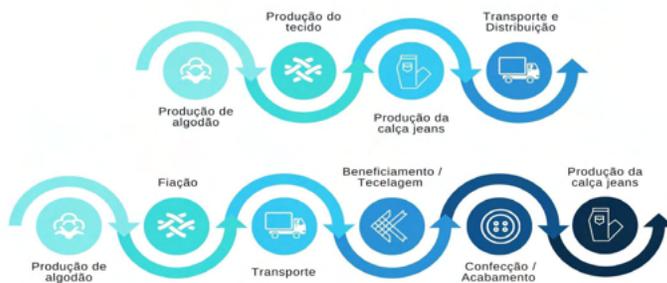



Figura 3: O ciclo de vida de um jeans Levi's® 501®

Fonte: Adaptado de "The Life Cycle of A Jean. Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans," by Levi Strauss & Co. 2015.

No estudo analisado, foi utilizado o método ReCiPe 2008, determinando as categorias de impacto ambiental e coletando dados de entradas e saídas de materiais e energia no sistema de produto.

## 3.2 Estudo 2.

O artigo "Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans" elaborado por Morita, Moore, Kulay e Ravagnani em 2017, utilizou um par de calças jeans como unidade funcional para a aplicação da ACV. Este trabalho, apresentado no *6°th International Workshop | Advances in Cleaner Production*, é um dos poucos trabalhos de ACV aplicados no Brasil para o setor têxtil**.** O objetivo do estudo é obter um diagnóstico do desempenho ambiental da produção da peça, havendo uma análise de resultados e proposição da Produção mais Limpa (P + L).

O estudo quantifica tais impactos desde a extração da matéria prima até a saída da fábrica, ou seja, realiza uma análise *cradle to gate* ('berço ao portão da fábrica') e tem como público alvo o setor industrial e vestuário. Para a coleta de dados para a realização do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), todas as entradas e saídas dos fluxos de materiais e energia foram constituídas e quantificadas segundo a Figura 4.

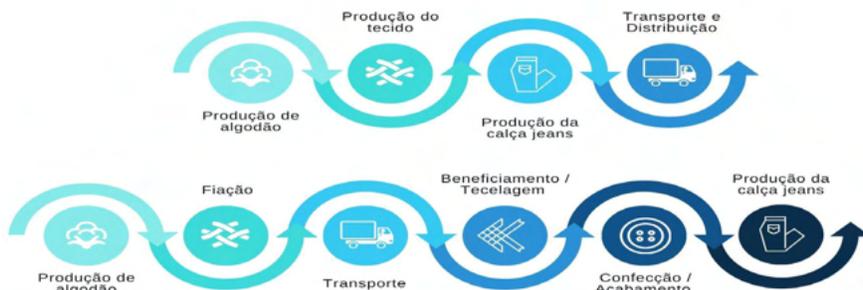



Figura 4: Sistema de produto para a produção de calça jeans (berço-ao-portão).

Fonte: Adaptado de (MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S. “Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans”, 2017).

Foi utilizado o método ReCiPe Midpoint (H) - versão 1.12 para a verificação de impactos ambientais relacionados a emissões de rejeitos gasosos, líquidos e sólidos no meio ambiente e determinando as categorias de impacto ambiental.

## 4 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos impactos ambientais de acordo com as categorias de ambos os estudos estão expressados nas Tabelas 5 e 6.

| Categorias de impacto | Unidade | Total |
|---|---|---|
| Mudanças Climáticas | kg $CO_2$-eq | 20 |
| Eutrofização | g $PO_4$-eq | 2,922 |
| Consumo de Água | L | 37,4 |
| Ocupação de Terras | m² / ano | 10,3 |
| Depleção Abiótica | mg Sb-eq | 151,9 |

Tabela 1: Perfil ambiental para a produção de uma calça-jeans (Estudo 1).

Fonte: Adaptado de “The Life Cycle of A Jean. Understanding the environmental impact of a pair of Levi’s® 501® jeans,” by Levi Strauss & Co. 2015.

| Categorias de impacto | Unidade (/FR) | Total |
|---|---|---|
| Mudanças Climáticas | kg $CO_2$-eq | 7,61 |
| Acidificação Terrestre | g $SO_2$-eq | 47 |
| Eutrofização em Água Doce | mg P-eq | 262 |
| Ecotoxicidade Terrestre | g 1,4-DB-eq | 20 |
| Formação de Oxidantes Fotoquímicos | g NMVOC | 16,4 |
| Depleção de Recursos Hídricos | L | 184 |

Tabela 2: Perfil ambiental para a produção de uma calça-jeans (Estudo 2).

Fonte: MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S. “Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans”, 2017.

### 4.1 Mudança Climática

Associada ao aquecimento global, é o aumento na concentração dos gases de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e clorofluorocarbono, provocando o efeito estufa (MORITA, 2013). Assim, ocorre uma elevação das temperaturas que podem causar danos à saúde humana e danos à diversidade do ecossistema (HACKETT, 2015) É considerado um impacto global e os resultados desta categoria são expressados em dióxido de carbono equivalente ($CO_2$-eq). Vide Gráfico 1.

- **Estudo 1:** Com a produção do par de jeans Levi’s® 501®, o impacto climático foi equivalente a 20 kg $CO_2$-eq. A fase da montagem do tecido foi a que obteve resultados mais elevados (9.0 kg $CO_2$-eq), equivalente a 45% de toda a mudança climática gerada, sendo assim a fase que mais gera impactos climáticos no ecossistema.

- **Estudo 2:** O ciclo da produção da calça-jeans gerou um impacto climático equivalente a 7,61 kg $CO_2$-eq. O principal responsável pelas mudanças climáticas se refere a emissões de $N_2O$ pela degradação de adubos nitrogenados pelo solo, traduzidos em 5,92 kg-$CO_2$-eq (77,8% do total).

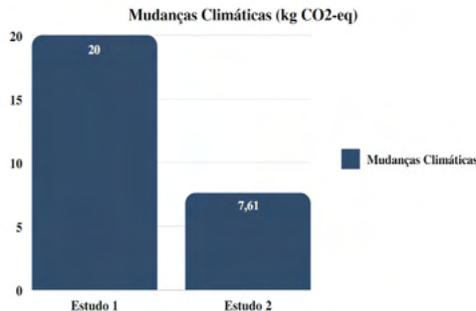



Gráfico 1: Comparação da quantificação de Mudanças Climáticas dos Estudos 1 e 2.

Fonte: Adaptado de (MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S. Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans, 2017) e (“The Life Cycle of A Jean. Understanding the environmental impact of a pair of Levi’s® 501® jeans,” by Levi Strauss & Co. 2015).

## 4.2 Eutrofização

A eutrofização aquática é definida como o enriquecimento de nutrientes no meio aquático. Graças ao aumento de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, contribui para a proliferação de algas e outros vegetais aquáticos, podendo causar efeitos negativos por impedir que as alterações morfológicas sejam realizadas de forma correta, ou até mesmo impedidas (MORITA, 2013).

Os resultados desta categoria são expressados em fosfato equivalente ($PO_4$-eq) e fósforo equivalente (P-eq). Vide Gráfico 2.

- **Estudo 1:** Todas as fases do sistema de produto contribuem para a eutrofização, apresentando no total 37,4 g $PO_4$- eq. A etapa do cultivo da fibra apresentou o maior resultado para impactos envolvendo a respectiva categoria, equivalente a 18g $PO_4$ - eq (48,1%).

- **Estudo 2:** Neste caso, a categoria foi contabilizada por perdas líquidas que ocorrem na forma de Fósforo (P) e de Fosfato ($PO_4$), principalmente o fósforo, contabilizando no total 262 mg P-eq. O cultivo de algodão causou grande impacto na eutrofização devido ao uso de fertilizantes.

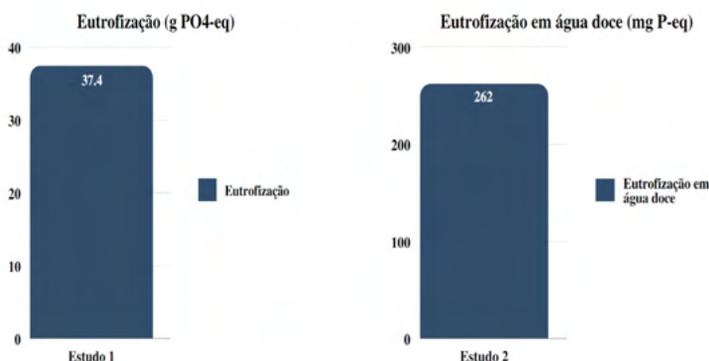



Gráfico 2: Comparação da quantificação de Eutrofização dos Estudos 1 e 2.

Fonte: Adaptado de (MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S. Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans, 2017) e ("The Life Cycle of A Jean. Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans" by Levi Strauss & Co. 2015).

## 4.3 Acidificação Terrestre

A acidificação terrestre é um processo químico em que há a redução do pH do solo, deixando-o mais ácido. Causada, principalmente, por emissões atmosféricas de $NO_2$, $NH_3$ e $SO_x$ (JOINT RESEARCH CENTER-EUROPEAN COMISSION, 2012) que graças ao ciclo hidrológico, é formada a chuva ácida, principal meio de acidificação do solo. A quantificação desta categoria é por dióxido de enxofre equivalente (g $SO_2$-eq).

• **Estudo 1:** Não há dados para esta categoria.

• **Estudo 2:** Na produção da calça jeans, houve um resultado de 47 g $SO_2$-eq. Os impactos decorrentes da acidificação são pelas, principalmente, emissões de $NH_4$, $SO_2$ e $NO_x$. Na fase agrícola, houve o uso de fertilizantes responsáveis pelas emissões de NOx (3,26 g/FR) e $NH_4$ (685 mg/FR). Ademais, houve emissões de $SO_2$ (5,90 g/FR) que geraram a obtenção de gás natural usado como fonte de energia térmica.

## 4.4 Consumo de água / Depleção de recurso hídrico.

A água pode ser um recurso escasso ou abundante, dependendo das partes do mundo, tornando-o essencial para a vida humana e para o ecossistema. O consumo de água decorrente da produção de peças de roupas pode causar graves danos à saúde humana, à diversidade de ecossistemas e à disponibilidade de recursos do planeta (HACKETT, 2015). Para a quantificação desta categoria, é a quantidade em litros (L) de água doce que foi utilizada para a produção da peça. Vide Gráfico 3.

• **Estudo 1:** A produção de calça jeans consome elevada quantidade de água, totalizando 2.912 litros (L). Neste estudo, há uma grande quantidade de água danificada ou perdida durante a fase de cultivo de fibra, equivalente a um consumo de 2.565 litros (88%). Válido ressaltar que há uma grande demanda de água no sistema cradle to grave, tendo um alto consumo de água na etapa de cuidado dos consumidores, equivalente a 860 litros.

• **Estudo 2:** Houve um consumo de 184 litros (L) durante as etapas do sistema de produto. O acabamento da peça resultou ser a etapa com maior contribuição no consumo, ao requerer 113 litros (61,4%) de água, tendo como responsável a lavagem da calça por esse uso.

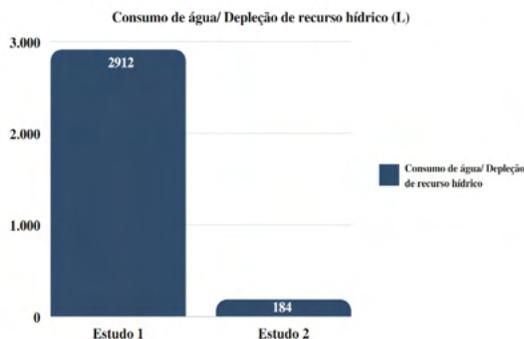



Gráfico 3: Comparação da quantificação de Consumo de água/ Depleção de recurso hídrico dos Estudos 1 e 2.

Fonte: Adaptado de (MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S. Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans, 2017) e ("The Life Cycle of A Jean. Understanding the environmental impact of a pair of Levi's® 501® jeans," by Levi Strauss & Co. 2015).

## 4.5 Ocupação de terra

A ocupação do solo ou transformação da terra possui grande potencial de impactos no ecossistema, principalmente o terrestre. Embora a ocupação do solo seja óbvia durante o cultivo agrícola, a ocupação do solo é considerada essencial para a construção de fábricas (HACKETT, 2015). Para quantificar esta categoria, é levado em conta a ocupação de certa área de terra durante certo tempo e a transformação de certa área de terra, expressa em unidades de área (metros) por ano.

- **Estudo 1:** A ocupação total de terras no sistema de produção é de 10,3 $m^2$/ano. Um pouco mais de 90% do total (9,3 $m^2$/ano) é referente ao cultivo de fibras para a produção dos tecidos, com plantação e colheita de algodão.
- **Estudo 2:** Não há dados para esta categoria.

## 4.6 Ecotoxicidade Terrestre

O estudo da ecotoxicidade é um complemento para o monitoramento ambiental para a avaliação de interações sinérgicas e antagônicas de substâncias naturais ou sintéticas em ambientes terrestres, aquáticos ou aéreos. Assim, tem como objetivo qualificar e quantificar os potenciais efeitos negativos nos organismos do respectivo ecossistema (Ad Normas, 2020).

Na ecotoxicidade de água doce e terrestre, a obtenção de algodão possui maior potencial de causar os maiores impactos devido ao uso de pesticidas (MORITA, 2013). A quantificação desta categoria é por dióxido de g 1,4-DB equivalente.

- **Estudo 1:** Não há dados para esta categoria.
- **Estudo 2:** A etapa que gerou maiores impactos negativos para o solo foi a produção de algodão, como já era previsto. O uso de agrotóxicos como Thiram e Paraquat foram os principais responsáveis para este resultando, registrando emissões de 888 mg Thiram/FR, e de 179 mg Paraquat/FR.

## 4.7 Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF)

O ozônio ($O_3$) é um gás formado como o resultado da reação do NOx e Compostos Orgânicos Voláteis Não Metanos (NMVOCs) na presença de luz solar, dependendo da concentração de ambos. O ozônio pode causar inflamações nas vias aéreas e danos aos pulmões e o aumento da concentração de ozônio no ar pode levar a danos à saúde humana (MORITA, 2013). A quantificação desta categoria é por grama de Compostos Orgânicos Voláteis Não Metanos (g NMVOC).

• **Estudo 1:** Não há dados para esta categoria

• **Estudo 2:** A formação total de oxidantes fotoquímicos foi de 16,4 g NMVOC. Os principais responsáveis pelos impactos desta categoria foram as emissões de NOx pelas perdas de produção de algodão e transporte do fio, quantificados em 3,26 g/FR e 1,18 g/FR, respectivamente.

### 4.8 Depleção Abiótica

A depleção abiótica mede a perda gradual (esgotamento) de recursos não viventes (abióticos) tais como minerais, combustíveis fósseis e metais pela produção de vestuário. A quantificação desta categoria é por antimónio equivalente (mg Sb-eq).

• **Estudo 1:** No total, obteve um resultado de 151,9 mg Sb-eq. A etapa que gerou maiores impactos foi a produção de embalagens e diversos, com 118,5 mg Sb-eq e é responsável por 78% do ciclo de vida do berço ao portão. O cultivo da fibra e a fase de colheita contribuem com 19,9 mg Sb-eq (13%).

• **Estudo 2:** Não há dados para esta categoria.

### 4.9 Interpretações (Estudo 1 e 2)

Os objetivos e escopos de ambos os estudos foram alcançados, visto que foram realizadas quantificações e análises dos impactos ambientais referentes à produção de uma calça jeans em um cenário *cradle to gate,* sendo a unidade funcional das pesquisas. O principal hotspot encontrado foi o cultivo e colheita da fibra, principalmente com relação ao consumo de água, eutrofização, ocupação de terras, formação de oxidantes fotoquímicos e acidificação terrestre.

Com os resultados é possível elencar melhorias que poderiam ser aplicadas no processo para a redução ou mitigação dos impactos ambientais, sendo elas:

• Aplicação da logística reversa (recuperação dos materiais);

• Melhorias em processos críticos (hotspots);

• Investimentos em combustíveis renováveis na geração de energia;

• Otimização de produtos usados, como fertilizantes;

• Processo de reuso e principalmente reciclagem das fibras;

• Uso de fibras mais sustentáveis

## 5 | CONCLUSÃO

Os resultados da avaliação do desempenho ambiental da produção de calça-jeans em ambos estudos revelaram que a etapa crítica foi referente ao cultivo de algodão, sendo considerado um *hotspot.* Tal fase foi responsável por elevados impactos ambientais durante o ciclo de vida, principalmente em relação ao consumo de água, eutrofização, ocupação de

terras, formação de oxidantes fotoquímicos  e acidificação terrestre.

É de extrema importância a reflexão e a mudança de alguns processos para a produção deste vestuário, no qual é produzido e usado em larga escala mundialmente. Esta mudança tem potencial em acarretar nas diminuições de extração de matérias primas e consequentemente na diminuição de impactos ambientais. Assim, garante a disponibilidade de recursos para gerações futuras, promovendo o desenvolvimento sustentável, que é imprescindível para o planeta.

Outras possíveis mudanças tão importantes quanto é a aplicação da logística reversa dos materiais utilizados, aplicando a reutilização e reciclagem dos mesmos, podendo ampliar a atuação na cadeia de valor. Com isso, as indústrias estarão sujeitas a conceitos da economia circular, aplicando novos modelos de negócio e expandindo o mercado.

Com a comparação dos estudos em que há categorias em comum, é possível notar que na produção de calça jeans do estudo 1 possui valores mais elevados. Uma possível explicação para este caso é que para o estudo 2, foi usado apenas categorias do tipo *midpoint,* representando características que não caracterizam as consequências finais das emissões listadas no inventário, porém são potenciais indicadores de impacto. No entanto, mesmo com esta diferença, a etapa crítica da produção foi a mesma, sendo relacionado o cultivo e colheita da fibra, tendo números expressivos na maior parte das categorias expostas neste relatório.

Por fim, é imprescindível novas aplicações de ACV no setor têxtil, visto os potenciais impactos ambientais que a indústria do vestuário podem causar. É necessário anualmente um estudo de ACV para contabilizar as mudanças na produção de fibra, podendo acarretar em iniciativas inovadoras sustentáveis tanto da própria indústria como dos consumidores. Podendo assim diminuir ou eliminar consequências à saúde humana, à diversidade do ecossistema e à disponibilidade de recursos.

## REFERÊNCIAS

ABIT. **Perfil do Setor**. 2021

ABNT. **NBR 14040: Gestão Ambiental** - **Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009a.

ABNT. **NBR 14044: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e Orientações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2009b.

Ad Normas. **O Potencial Ecotoxicológico de Solos**. Brasil, 2020.

ALMEIDA, A. C. V. R.; EMIDIO, L. F. B., **A Evolução da Calça Jeans e do Comportamento do Consumidor:** uma reflexão como parâmetro para a concepção do produto. Projética Revista Científica de Design, p. 77 – 87, dez 2012.

ALLWOOD, J. M. et al. An approach to scenario analysis of the sustainability of an industrial sector applied to clothing and textiles in the UK. **Journal Of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 16, n. 12, Aug, 2008

AZARIAS, J. Z.; COUTINHO, A. R. A Utilização da Avaliação do Ciclo De Vida (ACV) em Sistemas de Economia Circular: uma visão geral da literatura. **ABEPRO**, [S. l.], 2018.

BEAL, D. A.; FERREIRA, S. C.; RAUBER, D. Recursos Hídricos: uso de água na indústria - o caso de Dois Vizinhos no Paraná-PR. **III Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas** (III CONAPE). Francisco Beltrão, 2014.

BORCHARDT, M.; WENDT, M. H.; SELLITTO, M. A.; PEREIRA, G. M. Avaliação da presença de práticas do Design for Environment (DfE) no desenvolvimento de produto de uma empresa da indústria química. **Produção**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 58-69, 2012.

BRUNO, F. S.; VALLE, R.A.B. **Hindrances to Sustainability-oriented Differentiation Strategies in the Brazilian Textile and Apparel Industry**. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management. Vol. 9, Issue 1, 2014.

CHEHEBE, J. R. **Análise do Ciclo de Vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, 1997.

DAHLLOF, L. **LCA Methodology issues for textiles products**. Thesis (for the degree of Licentiate of Engineering) - Chalmers University of Technology, Gotebong, 2004.

DE MAN, R. **Global cotton and textile chain**: substance flows, actors and co-operation for sustainability: a study in the framework of WWF's freshwater and cotton programme. Leiden: Sustainable Business Development, 2006.

DONKE, A.C.G.; BARRANTES, L.S.; SCACHETTI, M.T; SUASSUNA, N.D.; FIGUEIRÊDO, M.C.B.; KULAY, L.; MATSUURA, M.I.S.F. **Life cycle impact assessment of cotton production in the Brazilian Savanna**. Vth International Conference on Life Cycle Assessment, 2013

EEA. **Circular economy in Europe: Developing the knowledge base**. European Environment Agency, , 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **A New Textiles Economy: Redesigning Fashion 's Future.** 2017.

FIGUEIREDO, G.; CAVALCANTE, A.; B.; L. Calça Jeans - Produtividade e Possibilidades Sustentáveis. **PROJÉTICA**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 128-145, 2017.

GUERCIO, Mary Jerusa. **Variação de impactos ambientais decorrentes da implantação da norma ISO 14000**: um estudo multicaso em indústrias têxteis de Santa Catarina 2006. 169 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina : Florianópolis, 2006.

HACKETT, T. "**A Comparative Life Cycle Assessment of Denim Jeans and a Cotton T-Shirt: The Production of Fast Fashion Essential Items From Cradle to Gate**" (2015). Theses and Dissertations-- Retailing and Tourism Management. 9.

HAWLEY, J. M. **Textile recycling:** a system perspective. In =: WANG, Y. (Ed.). **Recycling in textiles**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006.

JOINT RESEARCH CENTER-EUROPEAN COMMISSION. Characterisation factors of the ILCD Recommended Life Cycle Impact Assessment methods. União Européia: [s.n.].

KOZLOWSKI, A.; BARDECKI, M., SEARCY, C. **Environmental impacts in the fashion industry**: a life cycle and stakeholder framework. Journal of Corporate Citizenship. 2012.

ILCD. Institute for Environment and Sustainability: **International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook** – General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance. EC (EUROPEAN COMMISSION) – Joint Research Centre. First edition March 2010. EUR 24708EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010.

LEVI STRAUSS & CO. The Life Cycle of a Jean: **Understanding the environmental impact of a pair of Levi's 501 jeans. Levi Strauss,** 2015**.**

MENDES, N. C. **Métodos e modelos de caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil**. São Carlos, 2013.

MENDES, N. C.; BUENO, C.; OMETTO, A. R. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos. **Production Journal**, v. 26, n. 1, p. 160–175, 2015.

MUTHU, S.S., Li, Y., Hu, J.Y., Mok, P.Y. 2012. **Quantification of environmental impact and ecological sustainability for textile fibres**. Ecological Indicators. 13, 66-74.

MORAES, F. P. D. **A Sustentabilidade e Inovação Tecnológica no Processo Criativo de Moda Têxtil**, 2015.

MORITA, A. M., Avaliação de Impactos Ambientais do Setor Têxtil por meio da ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) – **Estudo de caso: Calça Jeans**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2013. 139p. Tese (doutorado em Engenharia Química).

MORITA, A. M., MOORE, C. C. S, KULAY, L. A., RAVAGNANI, M. A. S. S. **Avaliação do Ciclo de Vida da Produção de Calça Jeans**, 2017.

PERIYASAMY, A.P.; MILITKY, J. Denim and consumers' phase of life cycle. **Sustainability in Denim**, Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic, p. 257-282, dez. 2017.

PIEKARSKI, C. M. et al. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DO CICLO DE VIDA: UMA DISCUSSÃO PARA ADOÇÃO DE MÉTODOS NAS ESPECIFICIDADES BRASILEIRAS. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 3, 6 nov. 2012.

REBITZER, G. et al. Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. **Environment International**, v. 30, n. 5, p. 701–720, 2004.

REIS, Fabiano Fernandes. **As Inovações da Indústria Brasileira do Denim**. Campinas, 2017.

Revista Textilia n.74 - 1/2010

SEO, E. S. M.; KULAY, L. A. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: FERRAMENTA GERENCIAL PARA TOMADA DE DECISÃO. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 1, ago. 2006.

SOBREIRA, M. A. S. O estudo de têxteis no Brasil: uma pesquisa bibliométrica na base de dados Scielo. **Dobras**, [S. l.], v. 12, n. 25, abr. 2019.

URBAN, M. L. P.; BESEN, G. M. V. ; GONÇALVES, J. S. ; SOUZA, S. A. M. **Desenvolvimento da Produção de Têxteis de Algodão no Brasil**. Informações Econômicas, v.25, n.12, dez 1995.

ŽIDONIENĖ, S.; KRUOPIENĖ, J. Life Cycle Assessment in environmental impact assessments of industrial projects: towards the improvement. **Journal of Cleaner Production** , [S. l.], v. 106, 2014.

# CAPÍTULO 2

## ELEMENTOS INICIAIS PARA A ANÁLISE DO PROCESSO DE CORTE DO LAMINADO EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Data de submissão: 08/10/2021*

**Sheila Valentina Corona Hernández**
Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco, Mestrando em Engenharia Administrativa no Tecnológico Nacional de México
Apizaco- Tlaxcala

**José Adrián Trevera Juárez**
Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco, Professor do Mestrado em Engenharia Administrativa do Tecnológico Nacional de México
Apizaco- Tlaxcala

**RESUMO:** Na fase atual do trabalho de investigação, foi realizada a abordagem do problema de tempos mortos no atual processo de corte do laminado denominadas chapas, em uma empresa de autopeças, e a hipótese relacionada à realização de uma análise foi foi formulado, de forma a poder propor uma melhoria para a otimização do processo, aumentando a sua produtividade através da redução do tempo de máquina parada.
**PALAVRAS-CHAVE**: Análise, processos produtivos, tempos mortos, produtividade.

## INITIAL ELEMENTS FOR THE ANALYSIS OF THE PLATEN CUTTING PROCESS IN AN AUTO PARTS COMPANY

**ABSTRACT:** In the current phase of the research work, the approach to the problem of dead times in the current process of cutting steel sheets called plates has been carried out, in an auto parts company, and the hypothesis related to the performance of an analysis is formulated, In order to be able to propose an improvement for the optimization of the process, increasing its productivity by reducing downtime.
**KEYWORDS:** Analysis, Productive processes, Dead Times, Productivity.

## INTRODUÇÃO

Desde o seu início, a indústria automotiva tem sido pioneira na implantação de metodologias de controle e planejamento para se manter atualizada em um ambiente competitivo e em constante crescimento, sempre focada no cumprimento dos padrões de qualidade de acordo com as regulamentações de cada localidade na qual é estabelecido; y pese a una actualización constante, no siempre es posible lograr el máximo aprovechamiento de los recursos que participan en la totalidad de sus procesos de transformación, por lo que la reducción y eliminación de desperdicios se convierte en una necesidad y conduce a maximizar ventajas competitivas dentro da empresa; Ao reduzir o desperdício e aproveitar melhor os recursos disponíveis das empresas, elas têm mais possibilidades de ter processos rentáveis que as ajudem a viabilizar a sua permanência no mercado.

É importante destacar que dentro dos sistemas de produção estão os sete desperdícios mais comuns que são: Superprodução, Tempos de espera, transporte, processos inadequados, estoques desnecessários, defeitos e movimentações. Esta pesquisa tem como objetivo realizar um estudo do processo de Corte da Placa, que permite identificar as causas das paradas não programadas e desperdícios, facilitando a tomada de decisões da empresa para obter benefícios no tempo de execução das atividades que integram o processo de corte, permitindo o alcance dos objetivos de produção e uma melhor utilização dos recursos envolvidos no referido processo.

## DESCRIÇÃO DO MÉTODO

### Exposição Do Problema

Esta investigação pretende ser desenvolvida em uma empresa de Autopeças, que participa do mercado nacional e internacional, onde seu processo inicial denominado Corte de Prato consiste na entrada da bobina de aço na prensa, para que a chapa seja cortada de aço em forma e tamanho de acordo com as necessidades do cliente.

Nesse processo, existe um histórico de paradas não programadas que impactam na produtividade do processo, fazendo com que a programação de produção não seja cumprida, gerando críticas, que podem representar uma possível paralisação da linha tanto de um cliente externo, quanto bem como um cliente interno, até ao momento não se conseguiu o melhor aproveitamento dos recursos, pelo que se considera importante efectuar uma análise do processo que permita a identificação e descrição das partes do processo que necessitam de ser optimizadas ., bem como a formulação de propostas baseadas nas necessidades do processo de forma a apoiar a tomada de decisão para conseguir a sinergia dos elementos: materiais e humanos que dela participam, e assim obter um aumento da sua produtividade.

### Formulação de hipótese

“O estudo do processo de corte da placa permitirá reduzir os tempos de parada das máquinas e horas-homem, permitindo melhorias na redução de desperdícios e na utilização de recursos materiais.”

### Metodologia proposta

A metodologia da presente investigação e suas etapas são apresentadas na Figura 1.

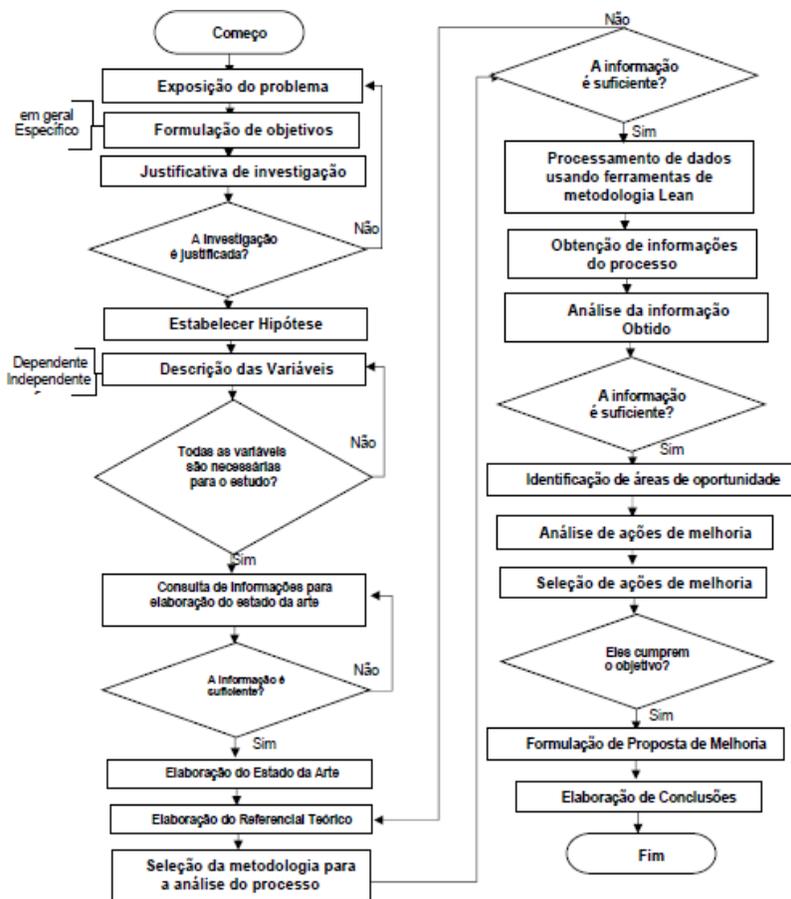



Figura 1. metodologia da presente investigação

Fonte: self made Quadro teórico

## Quadro teórico

Definição de Análise: Desde o início da era humana, a análise tem sido usada para melhor compreender os fenômenos ou objetos que nos cercam, a análise vem do grego análise, de analyo que significa desencadear, que nos diz o que fazemos em seguida, uso de análise quando precisamos entender melhor o ambiente ao nosso redor; Para compreender plenamente um objeto de estudo, é necessário “desatar” seus elementos, ou seja, compreender os elementos que o compõem para descobrir a relação que cada um deles tem com a função do objeto a ser estudado. . A correta realização de uma análise facilitará a compreensão dos fenômenos e suas consequências, dos objetos: seus componentes e seu funcionamento, a fim de determinar soluções e melhorias, sempre apoiada na experiência e conhecimento do responsável pela sua implementação.

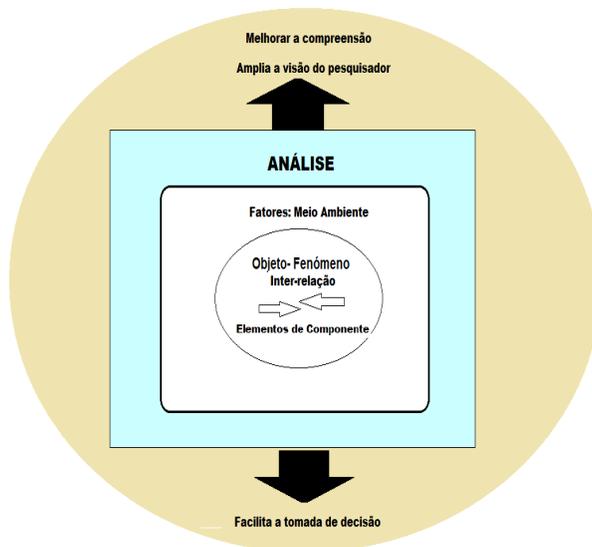



Figura 2. A análise.

Fonte: self made.

O exame meticuloso do objeto nos ajudará a entender melhor sua natureza, características, condição e fatores, a fim de diagnosticar suas falhas, deficiências e necessidades, a fim de estimar até que ponto a modificação em alguns de seus elementos afetará o comportamento nos demais.

Esta investigação fará uso, principalmente, de análises quantitativas, que apresentam as seguintes características:

Figura 3. Características da Análise Quantitativa.

Fonte: self made.

1. Examine os dados: permite examinar os dados numericamente.

2. Faz uso de estatísticas: A fim de fornecer maior precisão, usa ferramentas estatísticas para análise de dados.

3. Determine as Variáveis: as variáveis são chamadas, os elementos constituídos por um problema, de investigação e a relação entre as variáveis e a unidade de observação é determinada.

4. Compreensão explicativa e predicativa da realidade, sob uma concepção objetiva, unitária, estática e reducionista.

Os processos produtivos: Andrés Montoyo, define o processo produtivo da seguinte forma: *"É a produção de bens e serviços que consiste basicamente em um processo de transformação", "É a produção de bens e serviços que consiste basicamente em um processo de transformação ° que segue planos de ação organizados ° segundo os quais os insumos dos fatores de produção, como materiais, conhecimentos e habilidades, tornam-se os produtos desejados ".*

Num processo de obtenção de bens, participam vários elementos que tornam possível o seu funcionamento, visto que são processos de transformação física que requerem elementos para a obtenção dos produtos acabados. Esses elementos são:

Figura 4. Elementos dos sistemas de produção.

Fonte: Elaboração Própria Baseada em Montoyo, Andrés (2012) Processo de produção.

O objetivo de um processo não pode ser separado das necessidades e requisitos do cliente. Para compreender o processo, ele deve ser separado em seus componentes e analisar as relações que neles existem, voltadas para as necessidades do cliente, para que este esteja em constante busca de melhorias e atualização..

Em um processo produtivo, o tempo morto é definido como a não operabilidade da máquina ou operador, esta condição pode ocorrer de forma programada ou não, o tempo morto programado também pode ser denominado tempo de espera, pois é esse período de tempo que existe entre o tempo estabelecido para iniciar o processo produtivo já planejado e o tempo decorrido para iniciar o processo, enquanto o tempo de parada não programada ocorre quando o processo produtivo já foi iniciado e há um período de inatividade causando

altos custos e atrasos na o processo.

Para esta investigação pretende-se fazer uso das principais técnicas de medição do trabalho como a tomada de tempo em que nas aplicações do estudo do tempo estão: agendamento de trabalho e atribuição de capacidades, como base para medir o desempenho e motivação da força de trabalho, como um benchmark para melhoria

Levando em consideração que a produtividade em sua forma mais geral é a relação entre produtos e insumos, deve-se considerar a utilização ótima dos recursos utilizados no processo produtivo e de acordo com a capacidade da organização deve ser apoiada pelas diferentes ferramentas existentes para alcançar isto.

$$Produtividade = \frac{Partidas}{Ingressos} \qquad (1)$$

Existem dois critérios comumente usados na avaliação do desempenho de um sistema, que estão relacionados à produtividade:

- Eficiência. É a capacidade de atingir certos objetivos usando o mínimo de recursos disponíveis e no menor tempo possível.

$$\text{Eficiência} = \frac{Tempo\ Real}{Tempo\ Disponível} \qquad (2)$$

- Eficácia. É o cumprimento dos objetivos traçados

$$Eficácia = \frac{Unidades\ Produzidas}{Unidades\ Planejadas} \qquad (3)$$

Esses indicadores não podem ser considerados de forma independente, pois cada um contribui para a mensuração dos resultados. Por isso, para medir a produtividade, esses três indicadores devem ser considerados de forma abrangente.

Para chegar à melhor definição dos processos, uma série de diagramas são usados, cada um com uma finalidade específica. Os diagramas, conforme mostrado na Figura 5. são feitos em fases, o método atual e o método proposto. Isso significa que primeiro é traçado um diagrama com a situação como está sendo feito agora e com base nele as atividades (tarefas) são redefinidas para encontrar o melhor método, que é conhecido como um método com melhorias e que geralmente é acompanhado por um análise de tempo mostrando melhoria.

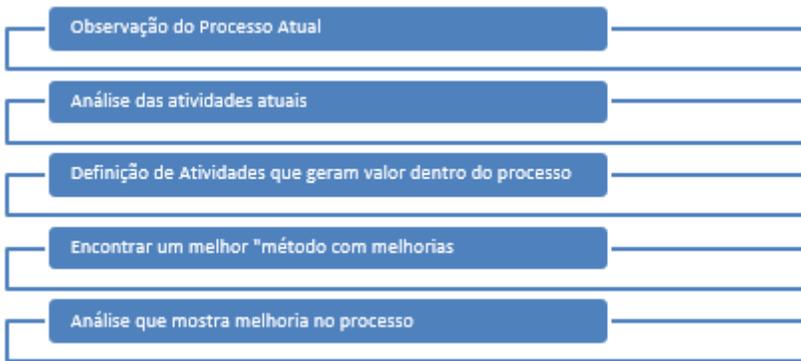



Figura 5. Fases para elaboração dos Diagramas.

Fonte: self made.

• Diagrama de processo analítico (diagrama de método). Isso é muito útil para analisar um fluxograma existente, que expõe graficamente cada etapa que uma unidade segue na planta, começando com a matéria-prima e continuando até o produto ser finalizado.

• Diagrama de fluxo. Ressalta-se que a construção de um fluxograma tem uma lógica própria, mas é baseada principalmente na observação do processo que se quer descrever. Nesse sentido, este tipo de diagrama é complementar ao Diagrama de Método e pode até em alguns casos ser substituído ou intercambiado. Nesse tipo de diagrama, as atividades realizadas no processo de fabricação de um produto são encontradas com maior detalhamento, pois leva em consideração, além das operações e inspeções, o transporte, a armazenagem e o atraso. "Por meio da análise do processo, procuramos eliminar as principais deficiências na fabricação dos produtos.

• Diagrama de atividades homem-máquina: em alguns tipos de trabalho, o operador e a máquina trabalham intermitentemente. Ou seja, a máquina fica ociosa enquanto o trabalhador a carrega ou descarrega, e o operador fica ocioso enquanto a máquina está funcionando. Você não quer apenas eliminar o tempo de inatividade do operador, mas também manter a máquina funcionando o mais próximo possível da capacidade.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Para esta fase inicial da pesquisa, a compreensão dos elementos básicos é essencial para uma execução adequada da mesma, recorreu-se à assimilação de conceitos como análise, downtime, produtividade para garantir que através da recolha de dados, conhecendo as necessidades do processo, compreender os elementos que o compõem

e saber em que medida influenciam a produtividade do processo de corte de placas na empresa de autopeças, com o propósito, conforme mencionado acima, de planejar ações de melhoria como soluções que facilitem a tomada de decisão em a organização, o que lhe permite reforçar a sua posição competitiva num mercado cada vez mais exigente e que lhe permite atingir os seus objetivos de produção.

## REFERÊNCIAS


Formulação e Avaliação da Competência de Análise e Síntese ", em https: //innovacioneducativa.upm., Consultado na Internet em 27 de fevereiro de 2021.

Gómez Barrantes, Miguel "Elementos de Estatística Descritiva", Edit. EUNEB, Costa Rica, 2018, páginas 20-22

Gómez Gómez, Iván, "Administração de Operações", 1º. Edição, Equador, 2020, página 21.

Manosalvas Vaca, Carlos Aníbal, "O clima organizacional e a satisfação no trabalho: uma análise quantitativa rigorosa das suas relações", in Revista Ad-Minister, n.26, p.5.

"SISTEMAS DE PRODUÇÃO: O QUE SÃO E QUAIS SÃO SEUS TIPOS?", Em https://www.unea.edu.mx, Consultado na Internet em 11 de março de 2021.

# CAPÍTULO 3

# MAQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL: AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DE ACORDO COM O ANEXO XI DA NR-12

*Data de aceite: 01/01/2022*

*Data de submissão: 13/12/2021*

**Stanley Schettino**
Universidade Federal de Minas Gerais - Centro de Ciências Agrárias - Montes Claros, Minas Gerais
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8972308303810680

**Filipe Diniz Guedes**
Universidade Federal de Minas Gerais - Centro de Ciências Agrárias - Montes Claros, Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/2989365948043758

**Luciano José Minette**
Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia de Produção e Elétrica - Viçosa, Minas Gerais.
http://lattes.cnpq.br/6724590588296278

**Denise Ransolin Soranso**
Universidade Federal de Itajubá - Instituto de Engenharia de Produção e Gestão - Itajubá, Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/3699619936807301

**RESUMO:** Este estudo objetivou o desenvolvimento de uma ferramenta para avaliação e sua aplicação para a verificação das condições de segurança do trabalho em máquinas utilizadas na colheita florestal, de acordo com o Anexo XI da NR-12. Foi realizada uma pesquisa descritiva e aplicado um questionário baseado num *check-list*, o qual foi uma compilação dos itens aplicáveis da referida norma. O *check-list* foi aplicado em máquinas de uma empresa especializada em colheita e transporte florestal que atua em todo o estado de Minas Gerais. Os resultados verificados demonstram a eficácia da utilização da metodologia proposta para identificar a conformidade do atendimento aos itens da norma de referência. Foi encontrado um percentual médio de 82% de conformidade com os itens aplicáveis da referida norma, indicando que as não conformidades ainda são capazes de contribuir para a ocorrência de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais; e que a grande maioria dos itens não conformes encontrados são decorrentes da intensa exigência operacional, das condições extremas de trabalho e da vida útil de algumas máquinas avaliadas. Conclui-se que a metodologia aplicada foi considerada adequada pois permitiu a verificação da conformidade do atendimento as normas de segurança do trabalho em máquinas de colheita florestal de forma rápida e eficaz, sendo de fácil aplicação e apresentando resultados confiáveis. Ainda, que o resultado da avaliação se configura como preocupante, uma vez que as não conformidades observadas são capazes de contribuir para a ocorrência de acidentes de trabalho e para o surgimento de doenças ocupacionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mecanização florestal; Operações florestais; Segurança do trabalho; Acidentes de trabalho.

## FOREST HARVESTING MACHINES: SAFETY ASSESSMENT IN ACCORDANCE WITH ANNEX XI OF RN-12

**ABSTRACT:** This study aimed to develop a tool for evaluating and its application for the verification of work safety conditions in machines used in forest harvesting, in accordance with Annex XI of the RN-12. A descriptive survey was carried out and a questionnaire based on a checklist was applied, which was a compilation of the applicable items of the referred standard. The checklist was applied on machines of a company specialized in harvesting and forest transportation that operates throughout the state of Minas Gerais. The verified results demonstrate the effectiveness of the use of the methodology proposed to identify the compliance of the reference standard items. An average percentage of 82% was found in compliance with the applicable items of said standard, indicating that nonconformities are still capable of contributing to the occurrence of occupational accidents and diseases; and that the great majority of the nonconforming items found are due to the intense operational requirement, the extreme working conditions and the useful life of some machines evaluated. It is concluded that the applied methodology was considered adequate because it allowed the verification of compliance of the labor safety standards in forest harvesting machines in a fast and efficient way, being easy to apply and presenting reliable results. Also, that the result of the evaluation is configured as worrying, since the observed nonconformities are capable of contributing to the occurrence of occupational accidents and to the emergence of occupational diseases.
**KEYWORDS:** Forest mechanization; Forest operations; Work safety; Work accidents.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, um crescente aumento pela demanda de produtos madeireiros oriundos de fontes renováveis vem aumentando, o que resulta, necessariamente, na ampliação da capacidade produtiva do setor florestal. Devido a este crescimento, a implantação de sistemas mecanizados foi de grande importância tendo em vista a minimização dos custos e a maximização da produção.

Dessa forma, o desenvolvimento de máquinas e equipamentos com capacidades, características e tecnologias adequadas e designadas ao setor florestal foi de grande importância para que a demanda e as necessidades do mercado fossem supridas rapidamente. Apesar do avanço tecnológico, existem alguns limites a serem considerados, uma vez que, grande parte destas máquinas e equipamentos foram projetados para a realidade de outros países, que possuem características bem distintas do Brasil ou são máquinas adaptadas de outros setores como da construção civil e agrícola.

Devido ao ritmo de produtividade, a qualidade operacional, a exposição aos riscos de acidentes e doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho, verifica-se que a mão-de-obra também tem influência expressiva nos custos de uma colheita florestal, sendo necessário o aprimoramento das suas atividades e a adequação das máquinas e equipamentos utilizados.

No entanto, o setor ainda convive com altos índices de acidentes de trabalhos, sendo apontado como um dos mais perigosos devido aos riscos de acidentes, riscos ergonômicos e riscos ambientais os quais, por muitas vezes, são considerados comuns entre as empresas de colheita florestal. A ocorrência de acidentes que cause algum tipo de afastamento do trabalhador ou possui algum tipo de gravidade devem ser relatados e documentados juntamente ao Ministério do Trabalho e Emprego - MTE. Entretanto, no Brasil ainda é verificado um elevado índice de subnotificação de acidentes de trabalho no setor rural, sendo um indicativo de que a quantidade e gravidade dos acidentes sejam ainda maiores que as estatísticas oficiais (SCHETTINO, 2016).

Muitas vezes, os acidentes de trabalho ocorridos com máquinas e equipamentos florestais são geralmente motivados pelas suas condições precárias, pela inaptidão dos operadores, pela falta de prevenção e o não cumprimento de normas vigentes. De forma a atuar preventivamente, a legislação prevê que é responsabilidade do empregador que possuir funcionários sob o regimento da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, o cumprimento obrigatório das Normas Regulamentadoras (NR) referentes à segurança e medicina do trabalho.

Dentre as 35 NRs vigentes, a NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos determina padrões técnicos, princípios e ações de proteção com o intuito de assegurar a saúde e integridade física dos trabalhadores, estabelecendo condições mínimas de prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho desde a fabricação, aplicação e uso de máquinas e equipamentos, além do necessário cumprimento das demais normas aplicáveis.

Um dos anexos da NR-12, o Anexo XI, refere-se exclusivamente a Máquinas e Implementos para uso Agrícola e Florestal, com o intuito de assegurar as proteções, dispositivos e sistemas de segurança para quaisquer máquinas estacionarias ou não e em implementos de uso florestal ou agrícola afim de assegurar a saúde e integridade física dos seus usuários e demais pessoas envolvidas (BRASIL, 2010).

Desta forma, este estudo apresentou como objetivos: desenvolver uma ferramenta para avaliação do nível de conformidade das máquinas da colheita florestal em relação aos itens de segurança do trabalho, e; verificar as condições de segurança do trabalho em máquinas de esteiras utilizadas na colheita florestal (*feller buncher*, garra traçadora e carregador florestal), de acordo com o Anexo XI da NR-12.

## 2 I MATERIAL E METODOS

Para atingir o objetivo desse trabalho, foi realizada uma pesquisa descritiva e aplicado um questionário. Segundo GIL (2012), as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Serão inúmeros os estudos que

podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas estão na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistêmica.

A avaliação dos riscos foi baseada num check-list aplicável para máquinas florestais. Esse check-list foi uma compilação dos itens aplicáveis do Anexo XI da NR-12, estruturado em forma de perguntas para cada tipo de situação, onde a resposta poderia ser sim ou não, sendo atribuído o valor 1 (um) para “sim” e 0 (zero) para “não”. Com a aplicação deste método de avaliação, esperava-se que os resultados demonstrem a real condição dessas máquinas frente as condições de segurança do trabalho preconizadas pela norma de referência e sirvam de ponto de partida para futuros trabalhos de adequação.

Para efeitos de análise, os itens do Anexo XI da NR-12 foram separados em três grupos, quais sejam: Dispositivos de Proteção, Dispositivos de Acesso ; e Dispositivos de Informação .

A aplicação do check-list foi realizada em uma empresa especializada em colheita e transporte florestal que atua em todo o estado de Minas Gerais, prestando serviços em áreas de reflorestamento pertencentes a empresas do setor de siderurgia. A frota da empresa era composta por 7 feller bunchers, 8 garras traçadoras e 8 carregadores florestais.

O feller buncher é uma máquina de porte variável conforme a potência do motor, composto por uma escavadora de acionamento hidráulico com esteiras, podendo atingir até 200 KN, com velocidade de deslocamento oscilando entre 2,0 e 4,5 km/h. Essa máquina é equipada com um cabeçote de corte acumulador, contendo um disco com capacidade de corte de árvores com até 45 cm de diâmetro. As máquinas avaliadas operavam em dois turnos diários, totalizando 18 horas por dia, de segunda a sábado e, no momento da avaliação, apresentavam em seu horímetro, em média, 6.100 horas trabalhadas.

A garra traçadora e o carregador florestal utilizam a mesma máquina base, com a diferença de estarem acoplados a implementos para o desdobramento dos fustes e uma grua para carregamento de toretes, respectivamente. As garras traçadoras e os carregadores florestais avaliados apresentavam, respectivamente, 22.00 e 21.200 horas trabalhadas registradas em seus horímetros, em média; igualmente trabalhando 18 horas por dia de segunda a sábado.

Para esse estudo foi utilizada a estatística descritiva, com o intuito de resumir uma série de números ou dados de mesma natureza, proporcionando uma perspectiva comum desta variação de forma organizada e apresentando-os de três maneiras diferentes: tabelas, gráficos e medidas descritivas (GUEDES et al., 2005).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do check list e verificação das condições de segurança das máquinas de colheita florestal, com base nos itens aplicáveis do anexo XI da NR - 12, os

resultados são apresentados nas Tabela 1 a 4 e na Figura 1.

A partir dos resultados obtidos foi constatado um percentual de 18% de não conformidade para todos os tópicos do check list, considerando, conjuntamente, a totalidade das máquinas e itens avaliados. Esse resultado se configura como preocupante, uma vez que tais não conformidades ainda são capazes de contribuir para a ocorrência de acidentes de trabalho e para o surgimento de doenças ocupacionais.

| Item da Norma | Descrição | FB | GT | CF |
|---|---|---|---|---|
| 3 | O dispositivo de partida, acionamento e parada da máquina possuem as características adequadas? | 1 | 1 | 1 |
| 5 | A máquina possui chave de ignição, para o bloqueio de seus dispositivos de acionamento? | 1 | 1 | 1 |
| 6 | As zonas de perigo da máquina possuem sistemas de segurança como proteções fixas, móveis e dispositivos de segurança interligados ou não? | 1 | 1 | 1 |
| 6.3 | A máquina possui dispositivos de segurança interligado ao sistema elétrico, sistema de pressão hidráulica, de bloqueio e desbloqueio geral da máquina? | 1 | 1 | 1 |
| 6.5.3 | As proteções do motor possuem sistema de intertravamento mecânico de atuação simples? | 1 | 0 | 1 |
| 6.12 | As proteções que são utilizadas como meio de acesso, atendem aos requisitos de resistência e segurança adequados a ambas as finalidades? | 1 | 1 | 1 |
| 6.13 | As mangueiras, tubulações e componentes pressurizados estão localizados ou protegidos garantindo a segurança do operador? | 1 | 1 | 1 |
| 6.13.1 | As mangueiras hidráulicas possuem proteções ou características que previnam o rasgamento da mangueira na conexão e a desmontagem não intencional? | 1 | 1 | 1 |
| 6.13.1.1 | As mangueiras hidráulicas utilizadas estão dimensionadas de acordo com as características de pressão de trabalho? | 1 | 1 | 1 |
| 6.14 | As superfícies quentes se encontram devidamente protegidas? | 1 | 1 | 1 |
| 7 | As baterias estão localizadas, fixadas e possuem a proteção dos terminais positivo? | 1 | 0 | 0 |
| 8 | A máquina possui faróis, lanternas traseiras de posição, buzina, espelho retrovisor e sinal sonoro automático de ré acoplado ao sistema de transmissão? | 0 | 0 | 0 |
| 9 | A máquina possui cinto de segurança? | 1 | 0 | 1 |
| 10 | A máquina possui Estrutura de Proteção contra Queda de Objetos - EPCO? | 1 | 1 | 1 |
| 15.25 | O bocal de abastecimento do tanque de combustível e de outros materiais localiza-se a no máximo 1,5 m (um metro e cinquenta centímetros) acima do ponto de apoio do operador? | 1 | 1 | 1 |

Tabela 1 - Resultados da aplicação do check list para avaliação das condições de segurança das máquinas de colheita florestal, considerando os dispositivos de proteção, sendo 0 quando ausente e 1 quando presente

Obs.: FB – *Feller Buncher*; GT – Garra Traçadora; e CF – Carregador Florestal.

| Item da Norma | Descrição | FB | GT | CF |
|---|---|---|---|---|
| 15 | A máquina possui acessos permanentemente fixados e seguros a todos os seus pontos de operação, abastecimento, manutenção e de intervenção constante? | 1 | 1 | 1 |
| 15.1.2 | A máquina possui meios de apoio como manípulos ou corrimãos, barras, apoio para os pés ou degraus com superfície antiderrapante? | 1 | 1 | 1 |
| 15.2 | Os locais ou posto de trabalho acima do nível do solo possuem plataforma de trabalho estáveis e seguras? | 1 | 1 | 1 |
| 15.4 | Existem meios de acesso quando a altura do solo ao posto de operação for maior que 0,60 m (sessenta centímetros)? | 0 | 1 | 1 |
| 15.16 | Os meios de acesso propiciam condições, características e dimensões seguras de trabalho? | 1 | 1 | 1 |
| 15.20 | A máquina cuja esteira, sapatas ou a superfície de apoio das esteiras utilizadas como degraus de acesso garantem ao operador três pontos de contato durante todo tempo de acesso? | 1 | 1 | 1 |
| 15.21 | A máquina possui corrimãos ou manípulos - pega-mãos com as devidas características e dimensões? | 1 | 1 | 1 |
| 15.21.1 | Os pontos de apoio para mãos ficam a pelo menos 0,30 m (trinta centímetros) de qualquer elemento de articulação? | 1 | 1 | 1 |
| 15.23 | A plataforma da máquina possui acesso por degraus e sistema de proteção contra quedas conforme as devidas características e dimensões? | 1 | 1 | 1 |
| 15.24 | A plataforma de operação ou piso de trabalho da máquina possui requisitos e características físicas que garanta ao colaborador condições seguras? | 1 | 1 | 1 |

Tabela 2 - Resultados da aplicação do *check list* para avaliação das condições de segurança das máquinas de colheita florestal, considerando os dispositivos de acesso, sendo 0 quando ausente e 1 quando presente.

Obs.: FB – Feller Buncher; GT – Garra Traçadora; e CF – Carregador Florestal.

| Item da Norma | Descrição | FB | GT | CF |
|---|---|---|---|---|
| 14 | A máquina possui manual de instruções do fabricante ou importador em seu posto de operação e com as principais características e informações? | 0 | 0 | 0 |
| 16 | A máquina possui sinalização de segurança conforme normas técnicas vigentes? | 0 | 0 | 1 |
| 17 | A máquina possui, em local visível, as suas principais informações técnicas de forma indelével? | 1 | 0 | 0 |

Tabela 3 - Resultados da aplicação do *check list* para avaliação das condições de segurança das máquinas de colheita florestal, considerando os dispositivos de informação, sendo 0 quando ausente e 1 quando presente.

Obs.: FB – Feller Buncher; GT – Garra Traçadora; e CF – Carregador Florestal.

| Item de Avaliação | FB | | GT | | CF | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | NC | C | NC | C | NC | C | NC |
| DP | 93 | 7 | 73 | 27 | 87 | 13 | 84 | 16 |
| DA | 90 | 10 | 100 | 0 | 100 | 0 | 97 | 3 |
| DI | 33 | 67 | 0 | 100 | 33 | 67 | 22 | 78 |
| **Geral** | **86** | **14** | **75** | **25** | **86** | **14** | **82** | **18** |

Tabela 4 - Resultados globais da aplicação do *check list* para avaliação das condições de segurança das máquinas de colheita florestal, de acordo com o percentual de atendimento aos itens do Anexo XI da NR-12.

Obs.: FB - *feller buncher*; GT - garra traçadora; CF - carregador florestal; DP - dispositivos de proteção; DA - dispositivos de acesso; DI - dispositivos de informação; C - conforme (%); e NC – não conforme (%).

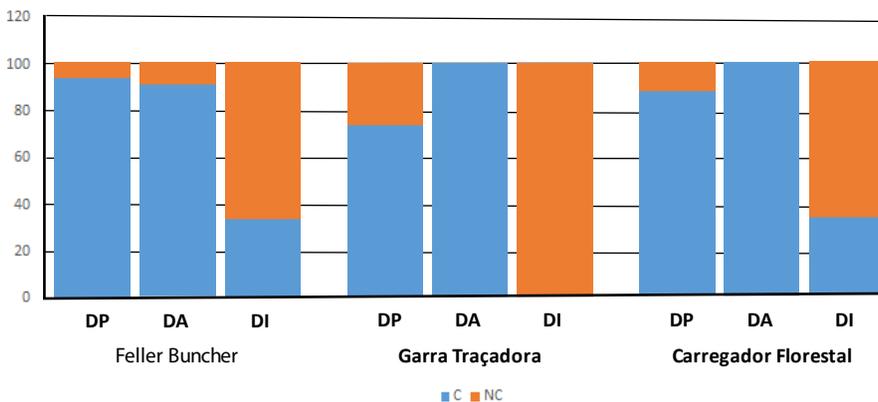



FIGURA 1 - Resultados da avaliação das condições de segurança das máquinas de colheita florestal, sendo DP - dispositivos de proteção; DA - dispositivos de acesso; DI - dispositivos de informação; C - conforme (%); e NC - não conforme (%).

A NR-12 define as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para prevenção de acidentes e doenças do trabalho em todas as fases de projeto, de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos e de sucateamento, na fabricação, importação, comercialização, exposição, em todas as atividades econômicas, com observância do disposto nas demais NRs, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão dessas, nas normas internacionais aplicáveis.

As disposições da NR-12 referem-se às máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade, sendo que a utilização compreende as fases da construção, transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento (MORAES, 2011), razão da importância do atendimento de todos os itens

aplicáveis a cada situação.

Com relação aos dispositivos de proteção, o Anexo XI da NR-12 refere-se as proteções que os motores devem possuir para garantir a segurança dos trabalhadores. No entanto, verificou-se que em uma das máquinas avaliadas essa proteção não estava sendo efetiva. Tal situação é de suma importância para a gestão dos riscos ocupacionais, visto que o conhecimento do processo, das normas regulamentadoras e das normas técnicas é fundamental sempre que se for aplicar uma solução de segurança em máquinas, pois a solução deve ser baseada em três pilares: proteções adequadas (funcionalidade), procedimentos adequados e capacitação de fator humano.

Sob essa ótica, proteção é definida como parte da máquina especificamente utilizada para prover proteção por meio de uma barreira física, devendo:

• Não apresentar facilidade de burla;

• Prevenir o contato (NBR NM13852/13853/13854);

• Ter estabilidade no tempo;

• Não criar perigos novos, como por exemplo, pontos de esmagamento ou agarramento, com partes da máquina ou de outras proteções, extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;

• Não criar interferência.

Assim, é importante lembrar que segurança deve ser para todos que estão envolvidos no processo produtivo e não somente quando a máquina está em funcionamento, mas também na manutenção e diante de acessos ou aproximações não autorizadas. Por este motivo, torna-se necessário que as proteções dos motores das máquinas estejam presentes e em perfeito estado de conservação, de modo a garantir sua efetividade.

Outro item que apresentou desconformidade foi referente a localização, fixação e proteção dos terminais das baterias. Nas máquinas com motor a combustão, a localização e desativação do sistema elétrico é fácil, bastando apenas desconectar um dos cabos ligados à bateria para cortar o fornecimento de energia ao veículo. Tal procedimento é adotado para evitar a formação de faíscas oriundas da energia elétrica que podem ocasionar um princípio de incêndio e um acidente de grandes e graves proporções. Para evitar que isso ocorra, é necessário que as baterias das máquinas estejam devidamente localizadas, fixadas e protegidas em seus compartimentos e que, em caso de emergência, sejam rápida e facilmente acessadas para o desligamento do sistema elétrico da máquina.

Ainda, foi verificado que todas as máquinas avaliadas não estavam em conformidade com a norma, tendo sido observado o sinal sonoro de ré acoplado à transmissão estava com mal funcionamento, a falta de espelhos retrovisores, o não funcionamento da buzina e alguns dos faróis queimados. Todos esses itens são fundamentais para aumentar os níveis de segurança tanto para os operadores das máquinas quanto para os demais trabalhadores que executam suas atividades nas proximidades das mesmas. Como agravante, verificou-

se que uma das máquinas avaliada encontrava-se com a trava do cinto de segurança danificada, tornando-o ineficiente ao seu propósito de garantir a segurança do operador. Segundo Ramirez et al. (2016), os elementos de iluminação e sinalização são mais notados no deslocamento das máquinas e possuem uma associação de 50% na redução das taxas de colisão, sendo um importante item de segurança.

Com relação aos dispositivos de informação, verificou-se o maior grau de não conformidade dentre todos os itens avaliados. Verificou-se que os manuais e as informações técnicas destas máquinas, quando presentes, se encontravam danificadas e ilegíveis. Além da NR-12, a norma ABNT NBR 4254-1 (ABNT, 1999) preconiza que os avisos de advertência duráveis devem ser fixados nas partes da máquina que oferecem perigo para o operador, o que inclui situações onde o abaixamento inadvertido de partes do equipamento possa causar perigo, ao mesmo tempo estabelece que advertências específicas de segurança ou de perigo devem ser indicadas no aviso. Os baixos níveis de presença de avisos em todas as máquinas avaliadas indicam que este aspecto de prevenção não recebeu merecida atenção por parte dos projetistas e fabricantes, bem como não recebeu a devida manutenção por parte de seus proprietários.

Por sua vez, nas máquinas avaliadas, os dispositivos de acesso apresentaram elevado grau de conformidade. O único ponto que mereceu destaque negativo foi com relação aos degraus em uma das máquinas avaliadas. Esse, aliás, parece ser um fato recorrente em máquinas agrícolas e florestais no Brasil, visto que no acesso ao posto de operação, onde há uma diversidade de tipos, as principais limitações dos degraus de acesso são a inexistência de batente vertical em ambos os lados e a altura do primeiro degrau, cuja média está acima do especificado por norma técnica (CORRÊA et al., 2005; MINETTE et al., 2008; SCHETTINO et al., 2017).

Segundo Fernandes et al. (2010), o posicionamento e as características das vias de acesso ao posto de operação da máquina podem, muitas vezes, ser causa de acidentes. As dimensões dos degraus, a distância entre eles, a altura do primeiro degrau ao solo e a distância vertical do último degrau à plataforma da máquina devem ser projetados de acordo com as variáveis antropométricas dos operadores das máquinas. Além disso, o acesso mal projetado também pode constituir obstáculo para operadores mais velhos (SKOGFORSK, 1999).

Grande parte dos acidentes envolvendo máquinas de colheita florestal poderiam ser evitados ou minimizados através do cumprimento de normas regulamentadoras, treinamento, conscientização, adoção de medidas preventivas, planejamento e avaliação das condições das máquinas e dos operadores. Apesar dos equipamentos mais modernos apresentarem um grande conjunto de itens de segurança, ainda sim é necessário a verificação periódica das condições dos componentes e estruturas de segurança. A verificação se torna ainda mais importante quando as máquinas ou equipamentos possuem uma grande exigência, se encontram com um tempo de uso avançado ou que sofreram algum tipo de modificação

ou intervenções significativas a sua estrutura ou partes.

Em todos os setores da economia e não diferente no setor florestal, tem sido aplicado em prevenção de acidentes muito trabalho físico e mental, além de grandes somas de recursos, tais como o progresso científico e tecnológico na criação de métodos e dispositivos sofisticados no campo da atuação humana. Para o empregador, responsável pelo ambiente e condições de trabalho, os acidentes são fonte de constantes problemas, quer devido às implicações desfavoráveis na produção, quer devido a eventuais reclamações e demandas trabalhistas. Apesar disso, o empregador, principalmente entre as empresas de médio e pequeno porte, reluta em distender verbas para o controle dos riscos de acidentes, pois, via de regra, desconhece o montante dos prejuízos financeiros decorrentes dos acidentes de trabalho (BARAN, 2009).

Sem uma clara e objetiva evidencia dos impactos causados por qualquer acidente do trabalho, dificilmente uma empresa irá garantir recursos financeiros suficientes para manter a prevenção e controle destes. No entanto, a redução dos acidentes do trabalho proporciona para empresa a redução de despesas financeiras resultante do emprego incorreto de material, melhorias no comprometimento do trabalhador com uma produtividade segura, no aumento dos lucros da empresa e no comprometimento social, ambiental e com os direitos trabalhistas, além de garantir uma vantagem diante a comunidade e investidores (QUÍRICO et al., 2017).

A manutenção adequada de todos os dispositivos de segurança que compõem uma máquina florestal é de fundamental importância para a correta execução de sua função, o que, em conjunto, assegura a atividade do operador com pouca ou nenhuma probabilidade de ocorrência de acidentes e, ou, de desenvolvimento de doenças ocupacionais. É necessária maior atenção às condições de trabalho, no intuito de evitar os acidentes que prejudicam tanto ao trabalhador como a empresa, pois no momento em que atitudes são tomadas, no sentido de prevenir a ocorrência de acidentes, observa-se um trabalhador mais seguro e produtivo, diminuindo, assim, o absenteísmo e a rotatividade, além de atingir uma melhor qualidade de vida para o trabalhador.

Para que tais resultados possam ser alcançados, o uso de ferramentas de checagem direcionadas a observações de pontos importantes torna o processo mais rápido e eficaz. Desta forma, a aplicação de um questionário no formato de check list possibilita avaliar as condições dos principais itens exigidos no Anexo XI da NR-12 de forma simples e rápida, conduzindo a resultados precisos e confiáveis para serem utilizados em futuros programas de gestão de saúde e segurança ocupacional.

## 4 I CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, pode-se concluir que:

• Apesar das máquinas avaliadas apresentarem um percentual de conformidade de 82%, a grande maioria dos itens não conformes encontrados são decorrentes da intensa exigência operacional, das condições extremas de trabalho e da elevada vida útil das máquinas avaliadas.

• Esse resultado se configura como preocupante, uma vez que tais não conformidades ainda são capazes de contribuir para a ocorrência de acidentes de trabalho e para o surgimento de doenças ocupacionais.

• A metodologia aplicada foi considerada adequada pois permitiu a verificação da conformidade do atendimento as normas de segurança do trabalho em máquinas de colheita florestal, de forma rápida e eficaz, sendo de fácil aplicação e apresentando resultados confiáveis, permitindo a gestão apropriada da segurança do trabalho em máquinas de colheita florestal.

## REFERENCIAS


ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4254-1** - Tratores e máquinas agrícolas e florestais – Recursos técnicos para garantir a segurança – Parte 1: Geral. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 13 p.

BARAN, P. **Higiene e segurança do trabalho**. Ararangua: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2009. 71 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego – Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Portaria SIT nº 197, de 17 de dezembro de 2010**. Altera a Norma Regulamentadora nº 12 - Máquinas e Equipamentos, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Brasília: SIT, 2010.

CORRÊA, I.M.; YAMASHITA, R.Y.; FAVRIM FRANCO, A.V.; RAMOS, H.H. Verificação de requisitos de segurança de tratores agrícolas em alguns municípios do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, vol. 30, núm. 111, 2005, pp. 26-34.

FERNANDES, H.C.; BRITO, A.B.; MINETTE, L.J.; SANTOS, N.T.; RINALDI, P.C.N. Avaliação ergonômica da cabine de um trator florestal. **Revista Ceres**, v. 57, n.3, p. 307-314, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2012.

GUEDES, T.A.; MARTINS, A.B.T.; ACORSI, C.R.L.; JANEIRO, V. **Estatística descritiva**. Projeto de ensino aprender fazendo estatística, p. 1-49, 2005.

MORAES, G. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas**. 8. ed. Rio de Janeiro: GVC, 2011.

MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P.; SILVA, E.P.; et al. Postos de trabalho e perfil de operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 66-73, 2008.

QUÍRICO, V.C.; SCHETTINO, S.; MINETTE, L.J.; MARIANI, G.M.; FREITAS, M.T.G. Máquinas do setor de serraria de uma indústria moveleira: avaliação de segurança antes e após a NR-12. I Seminário Científico da FACIG. **Anais...** Manhuaçu-MG: FACIG. 2017.

RAMIREZ, M.; BEDFORD, R.; WU, H.; HARLAND, K.; CAVANAUGH, J.E.; PEEK-ASA, C. Lighting and marking policies are associated with reduced farm equipment-related crash rates: a policy analysis of nine Midwestern US states. **Occupational Environmental Medicine**, 2016, 73:621–626.

SCHETTINO S. **Precarização do trabalho**: riscos e agravos à saúde e segurança ocupacional dos trabalhadores na colheita florestal em propriedades florestais. Viçosa-MG, 2016. 103 p. (Tese - Doutorado em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa).

SCHETTINO, S.; CAMPOS, J.C.C.; MINETTE, L.J.; SOUZA, A.P. work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting. **Revista Árvore**, 2017, 41(1): e410109.

SKOGFORSK - THE FOREST RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN. **Ergonomic guidelines for forest machines**. Uppsala, Sweden: Swedish National Institute for Working Life, 1999. 86 p.

# CAPÍTULO 4

# RELATO DE EXPERIÊNCIA DO REPROCESSAMENTO DE SUCATA GERADA NA ÁREA DE REDUÇÃO DE UMA USINA SIDERÚRGICA

*Data de aceite: 01/01/2022*

**Muller Cardoso**

**RESUMO:** Com a competitividade cada vez mais acirrada no mercado, as empresas tem buscado incessantemente novas formas de reduzir custos e evitar prejuízos. O presente trabalho visa a análise do reprocessamento da sucata gerada na área de redução de uma usina siderúrgica, evitando dessa forma o prejuízo de se vender a mesma por um custo inferiorao da sua produção. Para tanto, foi utilizado o ciclo PDCA para nortear a experiência. Por fim foi possível constatar que a atividade não gera nenhum impacto negativo na qualidade do produto além de evitar grandes prejuízos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sucata, meio-ambiente

## 1 | INTRODUÇÃO

Em uma usina siderúrgica integrada geralmente a sucata gerada nos altos fornos durante o manuseio do ferro gusa não é um problema, devido à utilização da mesma, em sua totalidade, na aciaria durante o processo de refino do ferro gusa para obtenção do aço, onde a sucata é empregada como parte da carga metálica e também como elemento refrigerante.

Nesses casos a sucata é carregada no interior do convertedor ou do forno elétrico, por meio de uma calha, antes da adição do ferro gusa líquido oriundo do alto forno, porém na usina em questão o processo de refino primário é realizado através de um Forno à Arco Elétrico – FEA dotado de um sistema conhecido como *Consteel*, onde a sucata é alimentada de forma contínua no interior do forno por meio de uma abertura lateral feita na carcaça do FEA.

Contudo, hoje esse processo encontra dificuldades na utilização da sucata gerada na área de redução, dificuldades essas devido a limitações da máquina, como por exemplo, pequena abertura na carcaça dificultando a utilização de sucatas de formatos irregulares, fazendo atualmente com que seja necessário realizar a venda da sucata, por um preço bem inferior ao valor gasto para a produção da mesma, cerca de 30% do valor do custo de produção.

Este prejuízo, que depois é incorporado ao custo de produção aumentando o valor do gusa produzido foi o fator primordial para a proposta do reprocessamento da sucata na área do alto forno, onde foi proposto a adição da mesma em locais e quantidades a serem determinadas durante o processo de vazamento do metal, utilizando assim da energia térmica do metal liquido para a realização da fusão da sucata adicionada, transformando-a assim em produção efetiva, contribuindo para a redução do custo do gusa.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Controle da qualidade total

Segundo a definição de Ishikawa, K., “praticar um bom controle de qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que seja mais econômico, mais útile sempre satisfatório para o consumidor”.

O Controle da Qualidade Total – TQC (*Total Quality Control*) é um sistema gerencial baseadona participação de todos os empregados e todos os setores de uma empresa na condução e no estudo da qualidade.

#### *2.1.1 Conceitos do TQC*

• Qualidade;

De acordo com a definição de Campos, V. F., “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempocerto às necessidades do cliente”.

Segundo Campos (1992) o conceito de qualidade total é formado a partir de cinco componentesou dimensões para a qualidade, sendo eles, qualidade, custo, entrega, moral e segurança.

Qualidade é a dimensão da Qualidade Total que se refere às características especificas dos produtos finais ou intermediários da empresa, definindo assim a capacidade desses bens ou serviços promoverem a satisfação dos clientes.

O custo está relacionado ao custo operacional para a fabricação do bem ou do fornecimento do serviço envolvendo, por exemplo, custos de compra, venda, produção, recrutamento e treinamento.

A entrega é o componente que está relacionado diretamente com à entrega dos produtos finais e intermediários da empresa, a qual deve ocorrer corretamente na quantidade, data e local determinados.

A moral é o item que mede a satisfação média dos empregados que trabalham na empresa, esteitem é muito importante se considerarmos que os produtos fornecidos pela empresa serão produzidos por uma equipe de pessoas, logo, para que haja uma produção de qualidade que garanta as necessidades do cliente, é importante que exista um bom ambiente de trabalho.

Segurança no contexto da Qualidade Total está relacionada à segurança das pessoas que trabalham na empresa e a segurança dos clientes que irão utilizar o produto.

• Processo

Segundo Campus (1992) um processo pode ser denominado como um conjunto de causas que têm como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado

de produto do processo. Um processo pode ser dividido em uma família de causa devido a sua complexidade, sendo elas, insumos ou matérias-primas, equipamentos ou máquinas, informações do processoou medidas, condições ambientais ou meio ambiente, pessoas ou mão de obra e métodos.

• Item de controle e item de verificação

O primeiro passo para se conseguir controlar o processo é identificar os seus clientes e quais deverão ter as suas necessidades satisfeitas, clientes esses que podem ser tanto externos como internos na empresa. Após a definição dos clientes deve-se identificar quais os produtos que lhes serão entregues.

O próximo passo é a definição das características desse produto que são necessárias para o melhor atendimento de cliente, onde essas características deverão ser transformadas em grandezas mensuráveis denominadas itens de controle. Os itens de controle devem ser acompanhados periodicamente para que seja possível identificar eventuais resultados indesejáveis no processo.

Um processo pode ter seus itens de controle afetados por diversas causas, sendo que as principais causas que podem ser medidas e controladas são denominadas de itens de verificação. É importante ressaltar que é o acompanhamento dos itens de verificação que garante os bons resultados de um item de controle.

• Problema

Segundo os conceitos do Controle de Qualidade Total, problema é o resultado indesejável de um processo, ou seja, é um item de controle que não atingiu o nível desejado.

• Controle de processo

Segundo Campus,V. F., o controle de processo é exercido pelo ciclo PDCA e compreende trêsprincipais ações:

– Estabelecimento da “diretriz de controle” (Planejamento da Qualidade).

– Manutenção do nível de controle (Manutenção de Padrões).

– Alteração da diretriz de controle (Melhorias).

## 2.2 Ciclo PDCA

Segundo Campus (2014), o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) de controle de processos é composto pelas seguintes etapas:

• Planejamento (P)

Essa etapa consiste em estabelecer metas sobre o item de controle e estabelecer o método paraalcançar as metas.

O problema identificado na Fase 1 da etapa P do Ciclo do PDCA é gerado a partir da meta de melhoria, após a identificação do problema e o estabelecimento da meta, para se conhecer as características do problema, deve ser feita uma análise do fenômeno ou

análise do problema. Esta análise consiste em investigar as características específicas do problema, com uma visão ampla e sob vários pontos de vista, levando em conta os objetivos a serem alcançados, permitindo assim a localização do foco do problema.

O próximo passo é a análise do processo, realizada sobre os meios, que objetiva a descoberta das causas fundamentais do problema, nessa análise deve-se investigar o relacionamento existente entre o fenômeno e quaisquer deficiências que possam existir no processo.

Após a análise do processo deve ser estabelecido um plano de ação (sobre os meios), que é umconjunto de contramedidas com o objetivo de bloquear as causas fundamentais.

• Execução (D)

Executar as tarefas conforme foi previsto na etapa de planejamento e coletar os dados que serãoutilizados na etapa de verificação do processo. Nesta etapa são essenciais a educação e o treinamento nas atividades a serem executadas no trabalho.

• Verificação (C)

Com os dados coletados na execução, deve-se comparar o resultado alcançado com a meta planejada, confirmando a efetividade da ação de bloqueio adotada. Para Werkema(2013) se a meta de melhoria não foi atingida, deve-se retornar a fase de análise do fenômeno, realizar umanova análise, elaborar um novo plano de ação e emitir o chamado “Relatório de Três Gerações”, que é o documento que relata o esforço de se atingir a meta por meio do giro do PDCA, devendo conter no relatório o que foi planejado (passado), o que foi executado (presente), os resultados obtidos (presente), os pontos problemáticos, responsáveis pelo não atingimento da meta(presente) e a proposição (plano) para resolver os pontos problemáticos (futuro).

Caso o bloqueio tenha sido efetivo deve-se passar para a etapa A do Ciclo do PDCA.

• Atuação corretiva (A)

Nesta etapa deve-se atuar no processo em função dos resultados obtidos. Está atuação pode serrealizada de duas formas possíveis:

• Adotar como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada;

• Caso o plano não tenha sido efetivo, agir nas causas do não atingimento das metas. Após a padronização vem a conclusão, na qual deverá ser feita uma revisão das atividadesrealizadas e o planejamento para a trabalho futuro.

Neste contexto, para Werkema (2013) o ciclo PDCA é um método de gestão e representa o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. Para que se consigaatingir as metas poderá ser necessária a utilização de várias ferramentas analíticas para coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Entre as ferramentas analíticas, as técnicas estatísticas são de especial importância, dentre elascabe-se destacar:

Sete Ferramentas da Qualidade:

- Amostragem;
- Análise de Variância;
- Análise Multivariada;
- Confiabilidade.
- Análise de Regressão;
- Planejamento de Experimentos;
- Otimização de Processos.

Segundo Campos (2014), em uma empresa todos utilizam o ciclo PDCA porém os operadores utilizam mais intensamente o ciclo PDCA na manutenção, devido ao seu trabalho ser essencialmente o cumprimento de padrões, utilizando o mesmo para melhorias geralmente quando estes participam dos círculos de controle da qualidade (CCQ). Conforme se sobe na hierarquia mais se utiliza o Ciclo PDCA para melhoria, desta forma pode-se dizer que a principal função das chefias é estabelecer novos níveis de controle que garantam a sobrevivência da empresa.

## 3 | METODOLOGIA

A metodologia aplicada no presente trabalho será a do relato de experiência visto que o mesmo descreve uma dada experiência que pode contribuir de forma relevante na sua área de atuação,tendo como base a utilização do ciclo PDCA para a realização do mesmo, visto que ametodologia do PDCA se encaixa perfeitamente no passo a passo do desenvolvimento desta experiência.

Abaixo segue a descrição do passo a passo adotado.

- 1º passo – Etapa P (Planejamento) – parte 1 – Identificação do problema e definição da meta
- 2º passo – Etapa P (Planejamento) – Parte 2 – Análise do problema
- 3º passo – Etapa P (Planejamento) – Parte 3 – Definição do plano de ação
- 4º passo – Etapa D (Desenvolvimento)– Treinamento, execução e acompanhamento das tarefas do plano de ação.
- 5º passo – Etapa C (Verificação) – confirmação da eficácia da ação de bloqueio adotada
- 6º passo – Etapa A – Padronização das ações
- 7º passo – Etapa A – Conclusão

## 4 I RESULTADOS

### 4.1 Etapa P identificação do problema

Como foi dito anteriormente o prejuízo gerado pela produção de sucata, que depois é incorporado ao custo de produção aumentando o valor do gusa produzido foi o fator primordial para a proposta do reprocessamento da sucata na área do alto forno, onde foi proposto a adição da mesma em locais e quantidades a serem determinadas durante o processo de vazamento do metal, utilizando assim da energia térmica do metal liquido para a realização da fusão da sucata adicionada, transformando-a assim em produção efetiva, contribuindo para a redução do custo do gusa. As figuras 1 e 2 abaixo ilustram esses cenários.

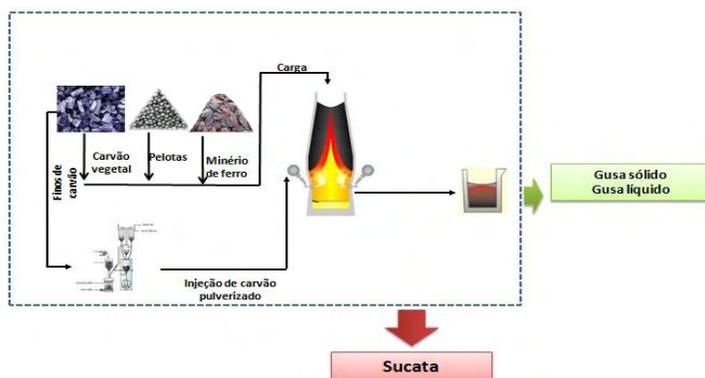



Figura 1 - Fluxo de produção com venda de sucata.

Fonte: o próprio autor (2016).

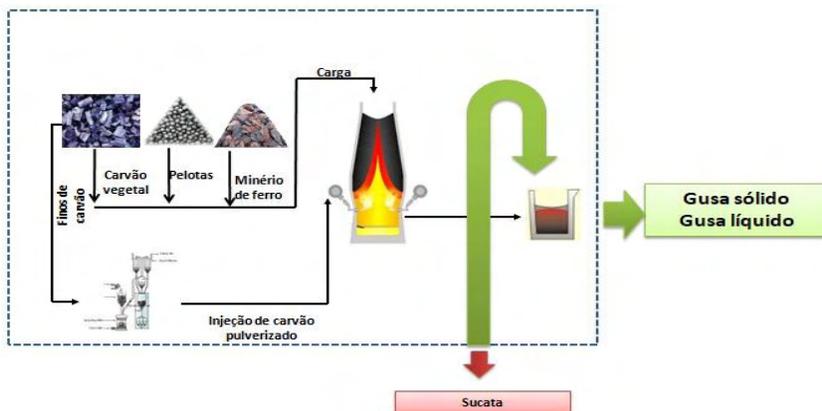



Figura 2 – Fluxo de produção com reprocessamento.

Fonte: o próprio autor (2016).

Em um primeiro cenário proposto a fusão da sucata ocorreria na própria panela de gusa, onde sucatas menores seriam adicionadas no interior da panela de gusa por uma pá carregadeira, antes de a panela ser posicionada para o vazamento do metal líquido (conforme ilustração abaixo).

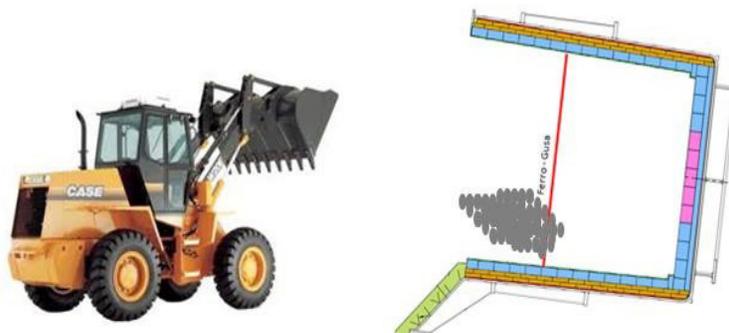



Figura 3 – Carregamento de sucata na panela de gusa

Fonte: o próprio autor (2016).

## 4.2 Etapa P análise do fenômeno e processo

Nesta fase foi realizado um estudo detalhado para identificar às características do problema, sendo realizada a estratificação de toda a sucata gerada no processo.

No alto forno a sucata é gerada em todo o processo de movimentação do gusa líquido, sendo que em maior volume na máquina de lingotar gusa (MLG) também conhecida como embarrador, na baia de descarte, nas panelas de gusa durante o manuseio do mesmo entre o altoforno e a aciaria e entre o alto forno e a máquina de lingotar gusa.

O gráfico abaixo apresenta o percentual de sucata gerado na área do Alto-forno durante seis meses, observa-se que é um valor alto - 11.770t no período o que corresponde a 15% da produção total de 78.283t -, porém vem caindo constantemente, saindo de aproximadamente 20% da produção bruta do mês para aproximadamente 10% da produção mensal. Esta reduçãoé resultado de diversos trabalhos que estão sendo realizados com o foco na redução da sucata gerada.

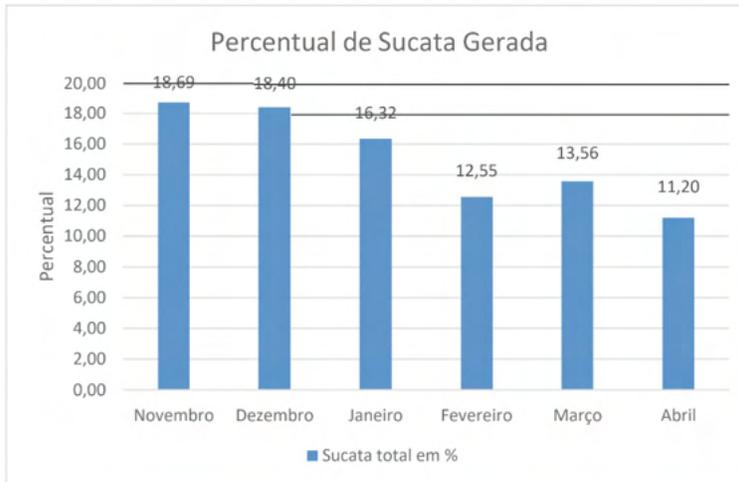



Figura 4 – Percentual de sucata gerada

Fonte: o próprio autor (2016).

Ao realizar a estratificação da sucata gerada ao longo desses seis meses, foi possível verificar a grande influência da sucata gerada nas panelas de gusa, sendo as mesmas responsáveis por 44% de toda a sucata gerada no período (como pode ser visto no gráfico a seguir).

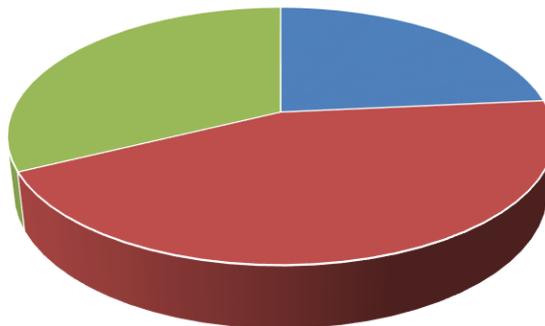



Figura 5 – Estratificação da sucata gerada.

Fonte: o próprio autor (2016).

No gráfico a seguir que demonstra a estratificação da sucata em percentual em relação à produção bruta, fica evidente que os trabalhos realizados para a redução da sucata gerada, resultaram principalmente na redução das sucatas proveniente da máquina de lingotar gusa e na gerada na baia de descarte, onde as mesmas apresentaram uma redução considerável, enquantoa sucata gerada nas panelas se manteve praticamente estável no período, mantendo-se com um percentual de geração entre 6 a 7% da produção bruta aproximadamente.

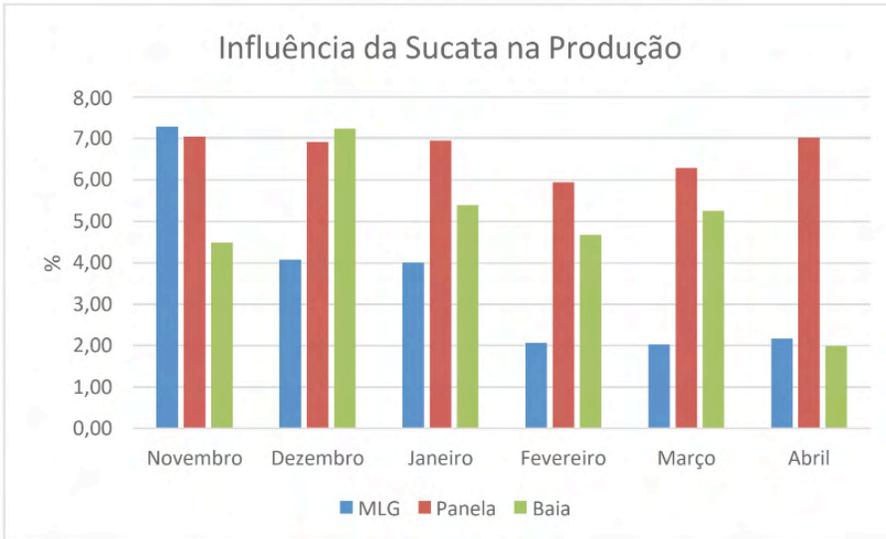



Figura 6 – Percentual de sucata estratificado pelas fontes geradoras.

Fonte: o próprio autor (2016).

Este cenário demonstra a necessidade de se atuar no momento na tentativa da redução da geração de sucata na panela, mas também demonstra a necessidade de se criar um novo modo de consumo da mesma, que seja mais viável para a empresa, pois devido às características do processo, ainda que reduzida, essa geração sempre existirá.

## 4.3 Etapa P plano de ação

O plano de ação foi desenvolvido em uma ação conjunta das equipes de processo e de produção da empresa em questão onde através de uma seção de brainstorming foi definido como deveria ser realizada a experiência, bem como as premissas de segurança que deviriam ser respeitadas, as condições para a realização, a sequência com o passo a passo da atividade, os dados que deveriam se registrados e acompanhados durante a execução da experiência,

Abaixo seguem as condições definidas como critérios para a realização do procedimento:

- Destino da panela de gusa para a máquina de lingotar.

A princípio foi determinado que o reprocessamento de sucata fosse realizado somente quando o destino da panela fosse para a máquina de lingotar gusa, até que se tivesse a garantia que toda a sucata adicionada na panela foi fundida, sem restar nenhum resíduo que possa atrapalhar a utilização do gusa em corridas destinadas a aciaria.

- Média da temperatura do gusa na corrida anterior acima de 1360ºC no canal de

corrida. Esta medida também visa garantir a fusão completa da sucata adicionada na panela.

• Silício na panela da última corrida menor igual a 1%.

Esta medida foi adotada de forma preventiva até que se tivesse a garantia da não influência doreprocessamento na qualidade final do gusa.

• Tara da panela menor que 70t.

Esta medida foi adotada para que seja mais fácil de verificar a influência do reprocessamento no aumento da tara da panela.

• Peso máximo de sucata na panela de 1,5t.

Este peso foi determinado como parâmetro base para os primeiros procedimentos, o mesmo foi aumentado gradualmente para identificação do peso limite de sucata a ser adicionado na paneladé gusa.

Foram definidos os seguintes parâmetros para acompanhamento:

• Diferença da temperatura do gusa do canal e da temperatura do gusa na panela;

• Evolução das taras das panelas;

• Quantidade de sucata de panela gerada.

Abaixo segue a sequência a ser seguida durante realização da atividade:

• Pesar sucata que será carregada na panela e informar o peso e número da panela para o operador da sala de controle para que seja registrado;

• Adicionar sucata na panela de gusa com o auxílio da pá carregadeira após a limpeza da panela;

• Enviar a panela para o aquecedor, de forma a remover umidade e pré-aquecer a sucata;

• Pesar a panela após o aquecedor, já com a sucata;

• Posicionar a panela na bica e iniciar o vazamento com a coifa móvel em cima da panela; Como forma de garantir um pré-aquecimento ideal da sucata adicionada à panela, foi orientado que a mesma deverá permanecer no aquecedor por no mínimo 30 minutos após a adição da sucata.

Uma das definições do plano de ação foi a elaboração de uma orientação técnica para ser seguida pela equipe de operação, nesta orientação foi descrito o objetivo da atividade, as condições para a realização do teste, a sequência das atividades e os parâmetros a serem acompanhados.

A meta inicial de reprocessamento adotada foi de 100 toneladas por mês.

## 4.4 Etapa D execução

Nesta fase que consiste na atuação de acordo com o plano de ação e na coleta dos dados que serão utilizados na etapa seguinte, foi criada uma planilha no Excel, onde foram

organizados os dados das corridas em que houve a utilização de sucata na panela de gusa, para a formação de um banco de dados da experiência em questão de forma detalhada.

Para o acompanhamento experiência foram elaborados gráficos a partir dos dados armazenadosna planilha de acompanhamento, como uma forma de facilitar a visualização da experiência como um todo.

Seguindo o plano de ação, foi realizada nesta etapa a elevação gradativa do peso de sucata adicionada na panela, onde se observou que em algumas poucas corridas com adição de sucatasuperior a 3t a fusão da sucata foi incompleta, começando a restar resíduos na panela de gusa, devido a este cenário a adição da mesma passou a ser limitada a 2800kg, evitando assim possíveis problemas em corridas posteriormente enviadas a aciaria.

Durante o primeiro mês de execução o reprocessamento foi interrompido por nove dias devidoa falhas em um dos aquecedores de panelas, retornando normalmente após a normalização do mesmo, após a paralisação da experiência, foi possível superar a meta estabelecida para o mêsmesmo com os dias de paralisação, atingindo ao final do mês a marca de aproximadamente 150tde sucata reprocessada (149.920kg no total), conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

Figura 7 – Consumo de sucata acumulado.

Fonte: o próprio autor (2016).

## 4.5 Etapa C verificação

Nesta etapa foi realizada a análise detalhada da experiência, tendo como base os dados coletados durante o primeiro mês após o início de reprocessamento, bem como as opiniões relatadas pela equipe de operação, com o objetivo de verificar a eficácia da atividade e o não comprometimento do processo e da qualidade do gusa.

O gráfico abaixo demonstra a variação do silício do gusa amostrado no canal de corrida para osilício do gusa amostrado na panela de gusa.

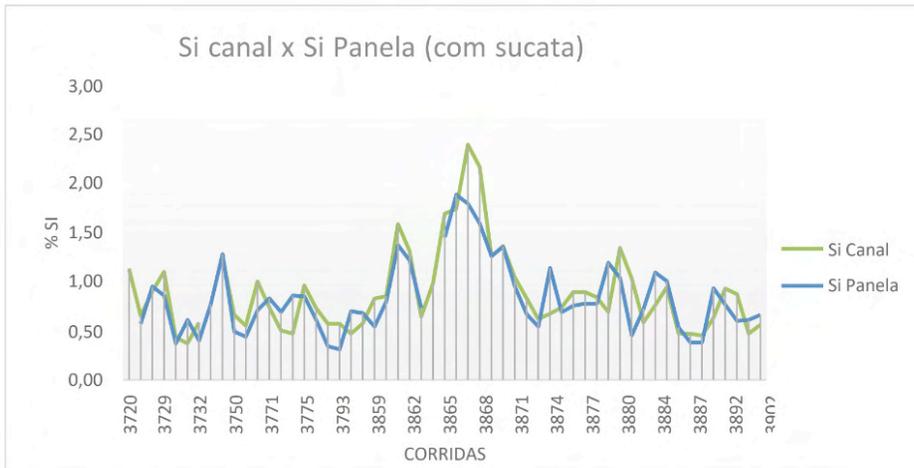



Figura 8 – Comparação silício do canal com silício na panela.

Fonte: o próprio autor (2016).

Conforme pode-se observar no gráfico acima a variação do silício no gusa no período foi muito pequena, oscilando entre variação positiva e negativa, tendo como média no período uma variação positiva de 0,04%, ao compararmos este período com o período anterior a execução da atividade observamos que houve uma pequena redução na variação do silício do gusa, que anteriormente apresentava uma variação média de 0,05% do gusa da panela em relação ao gusaamostrado no canal de corrida.

O gráfico abaixo demonstra o comparativo da temperatura do gusa amostrado no canal para o gusa amostrado na panela, nele pode-se observar que a temperatura de panela apresenta uma queda quase padronizada em relação temperatura média amostrada no canal, no período em questão ela apresentou uma queda de 74ºC em média, queda esta que se manteve praticamentea mesma em relação ao período anterior à execução da atividade quando a média de variação era de 73ºC.

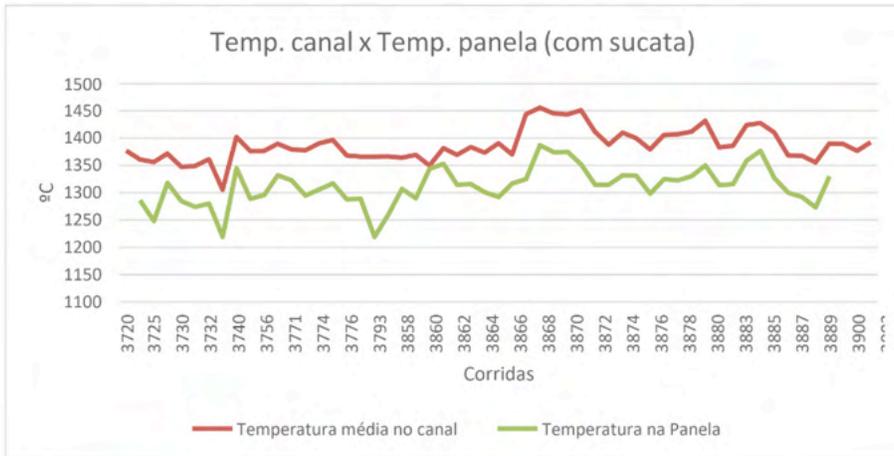



Figura 9 – Comparativo temperatura do gusa no canal e na panela.

Fonte: o próprio autor (2016).

O gráfico a seguir mostra o comparativo da tara inicial da panela com a tara final, após a limpezada mesma, nele é possível verificar que quase não houve variação da tara durante a realização da experiência, com a mesma se mantendo quase que inalterada.

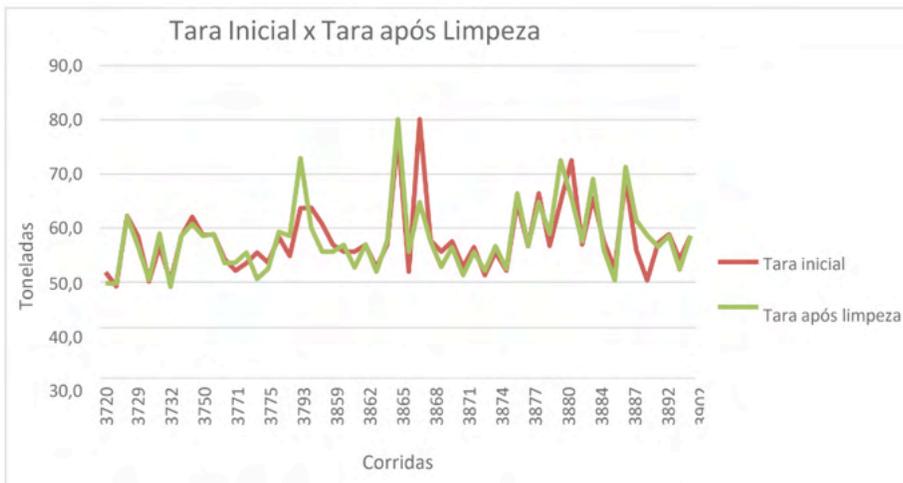



Figura 10 – Comparativo tara da panela.

Fonte: o próprio autor (2016).

Outro ponto analisado foi à geração de sucata de panela, fator muito importante para a análise da experiência, devido ao mesmo servir como item de verificação da fusão da sucata adicionada,pois ele tende a aumentar em caso de solidificação da mesma na parede da panela.

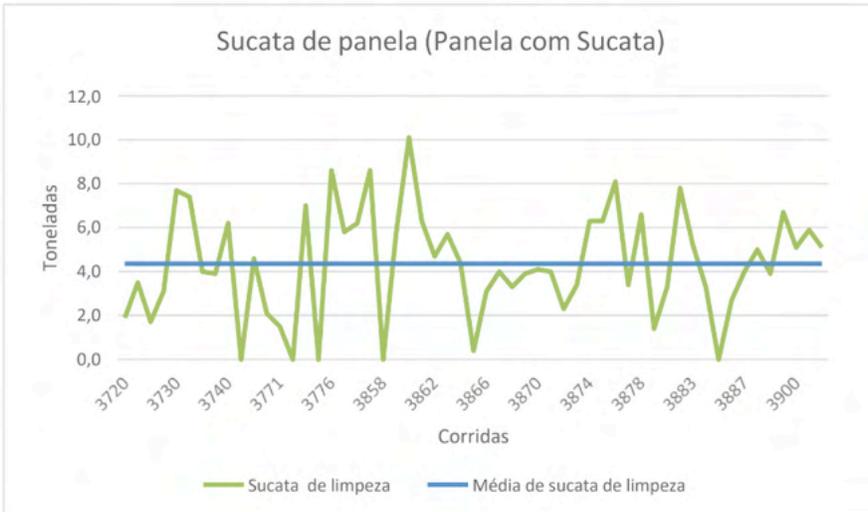



Figura 11 - Sucata de panela.

Fonte: o próprio autor (2016).

No gráfico acima é possível observar que existe uma grande variação na geração da sucata de panela, tendo uma amplitude de 10,1t com um desvio padrão de 2,45t e média de 4,35t, correspondendo a 5,94% da produção bruta, valor este inferior aos quase 7% de geração dos seis meses anteriores a experiência.

## 4.6 Etapa A padronização

Após a análise detalhada do primeiro mês da experiência optou-se por padronizar a mesma tendo como base a orientação técnica criada para a equipe de operação, sendo realizadas algumas modificações devido a fatores observados durante a execução.

As novas condições definidas para a realização da atividade da atividade foram:

- Aquecedor de panela funcionando e disponível;
- Temperatura do gusa de no mínimo 1380ºC no canal de corrida no vazamento anterior,para panelas enviadas à aciaria;
- Temperatura do gusa de no mínimo 1360ºC no canal de corrida no vazamento anterior,para panelas enviadas a máquina de lingotar gusa.

O limite de sucata a ser adicionado na panela foi limitado em 2,8t.

## 4.7 Etapa A conclusão

Após todo o processo executado pode-se avaliar que os resultados obtidos no primeiro mês foram muito satisfatórios, onde se pode constatar que a atividade em questão não causa nenhum dano ao processo no que se diz respeito à qualidade final do produto, conseguiu-se também superar a meta inicialmente estipulada, sendo também possível

determinar a quantidade ideal de material a ser utilizado em cada reprocessamento.

## 5 I CONCLUSÃO

Ao final de três meses após o inicio da nova prática operacional ficou evidente a importância da mesma para a economia do setor, pois segundo dados da equipe de processo, cada toneladareaproveitada evitou um prejuízo de cerca de R$ 1.000,00, gerando dessa forma uma economiade aproximadamente R$ 360.000,00 no período. Contudo sabe-se que a melhor opção é trabalhar para diminuir a quantidade de sucata gerada no processo evitando assim este retrabalho.

## REFERÊNCIAS


BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. Gestão da Qualidade, Produção e Operações. 2. ed.São Paulo: Atlas, 2012.

VIEIRA, Sonia. Estatística para a qualidade. 2. ed. Rio de Janeiro:Elsevier, 2012.

BATALHA, Otávio Mário. Introdução à Engenharia de Produção. 6. reimpr. Rio de Janeiro:Elsevier, 2008.

WERKEMA, Cristina. MétodosPDCA e DMAIC e suas Ferramentas Analíticas. Rio deJaneiro: Elsevier, 2013.

CAMPUS, Vicente Falconi. TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 9ª ed. NovaLima: Falconi Editora, 2014.

JUNQUEIRA, E. L;CARDOSO, A. A; CHAVES, C. A. A utilização do PDCA como método para solução de anomalias dentro de uma empresa do segmento metalúrgico.Revista Ciências Exatas, Universidade de Taubaté, v. 2, n. 1, 2008.

SOUSA, W. C. de; MADEIRA, L. M; NETO, G. C. O; SANTOS, J. P. Aplicação da FerramentaPDCA para Resolução de Problemas que Influenciam na Eficiência no Planejamento de Produção: um Estudo de Caso em uma Empresa Metalúrgica. 10º Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende; out. 2013.

CHIROLI, D. M. G; GIROTO, A. V. O; PAPPA, M. F; Utilização do Ciclo PDCA associado ao Diagrama de Ishikawa como ferramentas de gestão em uma organização não governamental.28º Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru; nov. 2011.

CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para a sua condução. Production, vol.17, n. 1, p. 216-229, Jan/Abr. 2017.\

FERREIRA, Deisemar; MORABITO, Reinaldo e RANGEL, Socorro. Um Modelo de Otimização Inteira Mista e Heurísticas*RelaxandFix* para a Programação da Produção deFabricas de Pequeno Porte. Revista Produção, v. 18, n. 1, p. 076-088, Jan/Abr. 2008.

*AS DIFERENÇAS ENTRE PESQUISA DESCRITIVA, EXPLORATÓRIA E EXPLICATIVA, PORTAL DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <www.posgraduando.com/diferencas-pesquisa-descritiva-exploratoria-explicativa.html> Acessado em 06 de fev. 2018*

*PESQUISAS: EXPLÓRATORIA, DESCRITIVA E EXPLICATIVA. MONOGRAFIAS BRASIL ESCOLA. Disponível em:<www.monografias.brasilescola.uol.com.br/regras-abnt/pesquisas-exploratoria-descritiva-explicativa.htm.html> Acessado em 06 de fev. 2018*

*PESQUISA QUANTITATIVA E PESQUISA QUALITATIVA: ENTENDA A DIFERENÇA. INSTITUTO PHD. Disponível em: <institutophd.com.br/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-entenda-a-diferenca.html> Acessado em 06 de fev. 2018*

# CAPÍTULO 5

# AS ORGANIZAÇÕES POTENCIALIZAM A GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO

*Data de aceite: 01/01/2022*

**Claudio Eduardo Barral**
Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pelo CEFET - RJ,
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

**Claudia Carrijo Ravaglia**
Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pelo CEFET - RJ,
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

**Ronald Fonseca Chaves**
Mestre em Sistemas de Gestão pela Universidade Federal Fluminense,
Niterói, RJ – Brasil

**Augusto da Cunha Reis**
Doutor em Engenharia de Produção pela PUC-RJ,
Rio de Janeiro - Brasil

**Thiago Muniz Magnani**
Graduado em Engenharia de Produção – UERJ,
Rio de Janeiro – Brasil

**RESUMO:** O objetivo do estudo é realizar uma revisão na literatura para identificar se a gestão do conhecimento pode ser potencializada apenas como uma atividade humana e se a gamificação pode ser uma ferramenta sistêmica para potencializar o desenvolvimento da competência em informação. Para tal, foi realizada uma pesquisa exploratória descritiva com base na revisão sistemática da literatura, consultando bases internacionais Scopus e Web of Science e na esfera nacional, foram consultados a base da Scielo e os acervos de revistas com foco em Gestão do Conhecimento. A análise mostra que a gestão do conhecimento enquanto conceito polissêmico é uma atividade humana e sistêmica, destacando-se que compreender pessoas com todo seu conhecimento dinâmico, complexo e peculiar é um facilitador para o processo de gestão do conhecimento. Outro ponto importante observado está relacionado ao processo de transferência da informação, no qual, quanto mais automático é o processo ou quanto maior é o uso da tecnologia para sua realização, menor é a riqueza de seu conteúdo. A utilização de games como estratégia para gestão do conhecimento e desenvolvimento de habilidades e competências tem se tornado uma tendência nas organizações. A gamificação pode ser uma ferramenta importante no desenvolvimento e transferência do conhecimento. A pesquisa evidencia que as ferramentas ou sistemas de gerenciamento do conhecimento auxiliam na efetiva administração e organização do acervo, visando otimizar os recursos e o tempo baseado no conhecimento da organização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão do conhecimento; Transferência do conhecimento; Gestão de Pessoas; Gamificação.

**ABSTRACT:** The aim of the study is a literature review to identify whether knowledge management can be potentialized only as a human activity and whether gamification can be a systemic tool to enhance the development of information competence. For this, an exploratory descriptive research was carried out based on the

systematic review of the literature, consulting the international databases Scopus and Web of Science and at the national level, the Scielo base and the collections of journals focused on Knowledge Management were consulted. In the analysis it was observed that knowledge management as a polysemic concept is a human and systemic activity, emphasizing that understanding people with all their dynamic, complex and peculiar knowledge is a facilitator for the knowledge management process. Another important point is related to the process of information transfer, in which, the more automatic the process is or the greater the use of technology for its realization, the smaller the wealth of its content. The use of games as a strategy for knowledge management and development of skills and competencies has become a trend in organizations. Gamification can be an important tool in the development and transfer of knowledge. The research is evidence that the tools or systems of knowledge management help in the effective administration and organization of the collection, aiming to optimize resources and time based on the knowledge of the organization.
**KEYWORDS:** Knowledge management; knowledge transfer; people management, Gamification.

## 1 I INTRODUÇÃO

A gestão do conhecimento é o processo de criação continua que coloca o indivíduo na busca pelo aprendizado, constante interpretando e trocando informações com outros indivíduos e transformando-as em conhecimento. O acúmulo do conhecimento está conduzindo a humanidade a patamares mais elevados no desenvolvimento em todas as áreas (BRAQUEHAIS et al., 2017).

O indivíduo ocupa papel fundamental sobre o conhecer e saber, já que são capazes de aprender, gerar cultura e competências, porém o compartilhamento da informação depende de confiança. É o indivíduo que organiza e modela o conhecimento realizando a gestão do conhecimento. A gestão de conhecimento é usada para capturar, aperfeiçoar os processos e fortalecer as competências nas empresas, disseminando a informação e gerando vantagem competitiva.

Para Ribeiro *et al.* (2017)**,** as organizações buscam diferenciais competitivos e posições estratégicas de mercado. Neste sentido, o conhecimento é a forma das empresas gerir o capital intelectual, permitindo a transferência do conhecimento entre pessoas e na própria organização. As empresas devem promover a criação do conhecimento e as melhores práticas, através da criação de competências distintivas, bem como na transferência dessas competências, para toda a organização, com o objetivo de aprimorar os negócios, gerando valor competitivo.

O objetivo do estudo é identificar se a gestão do conhecimento pode ser potencializada apenas como uma atividade humana ou se é necessário um sistema para que atinja sua plenitude, e se a gamificação pode ser uma ferramenta sistêmica para potencializar o desenvolvimento da competência em informação.

Para atender aos objetivos estabelecidos este artigo está dividido em cinco sessões.

A primeira sessão é a introdução, onde o trabalho é contextualizado clara e objetivamente. A segunda sessão tem como propósito a construção do referencial teórico para o estudo. A terceira sessão a metodologia descreve o método adotado para o desenvolvimento da pesquisa. Na quarta sessão é o momento da análise e discussão dos dados. O capítulo descreve as peculiaridades do estudo. Na sessão cinco são apresentadas as conclusões e as considerações finais da pesquisa. Nesta sessão também são apresentadas propostas para a realização de estudos futuros.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Silva (2016) a confiança exerce influência relevante sobre todas as motivações que levam o compartilhamento de informações. Segundo os autores a proximidade social pode ser capaz de intensificar a comunicação entre os indivíduos, fortalecendo o compartilhamento de informação e as formas de conhecimento.

Conhecimento é um bem que pode ser controlado, manipulado e estocado (NASCIMENTO *et al.*, 2017). Gestão do conhecimento pessoal é o modo como o indivíduo utiliza seus conhecimentos, suas competências, habilidades e comportamentos de forma assertiva no gerenciamento de sua vida pessoal e profissional. O acúmulo de experiências profissionais potencializa melhorias nas atividades e rotinas de trabalho com a geração de ideias e inovações o que permite ao indivíduo prosperar em ambientes organizacionais e sociais turbulentos, complexos e em constante mudança.

O conhecimento se forma na empresa pelo resultado de um processo interativo entre os conhecimentos tácitos e explícitos, que se relacionam de diferentes formas, nas dimensões epistemológicas relacionados a crença e ao conhecimento e ontológicas como as entidades criadoras do conhecimento por indivíduos, grupos ou organizações, produzindo a espiral do conhecimento SECI - Socialização; externalização; combinação e internalização (RODRIGUEZ, 2013).

Uma organização só gera conhecimento com a iniciativa do indivíduo e sua interação dentro do grupo, novas perspectivas são criadas através de debates com conflitos e divergências  (SCATOLIN, 2015). A dinâmica do grupo transforma o conhecimento pessoal em organizacional, evoluindo de forma espiral. O trabalho em equipe e a disseminação do conhecimento pela organização é fundamental para atingir os objetivos organizacionais. A capacidade de uma organização criar conhecimento e dissemina-lo e incorporá-los aos seus produtos, serviços e sistemas é chamada de criação do conhecimento organizacional (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). As condições capacitadoras que promovem a existência da espiral do conhecimento criando o conhecimento organizacional são: a intenção; a autonomia; a flutuação e caos criativo; a redundância; e as variedades de requisitos (BRAGA; GEMINO, 2017).

A gestão do conhecimento organiza o conhecimento organizacional para que este

seja mantido, transmitido e aprimorado, proporcionando a integração da experiência do conhecimento gerando eficiência aos processos A relação entre os recursos e competências gera conhecimento sobre o cenário externo sua competitividade e constantes mudanças e também no ambiente interno, as capacidades e habilidades diversas, os ativos tangíveis e intangíveis (RIBEIRO et al., 2017).

O Quadro 1 Identifica os conceitos de Gestão do conhecimento identificados por Braquehais et al., (2017):

| Referências | Conceitos |
|---|---|
| DAVENPORT e PRUSSAK (2000) e LEIDNER e KAYWORTH (2006), CHANG e LIN (2015) | Gestão do conhecimento é o processo de captura, armazenamento, compartilhamento, e uso de conhecimento. |
| WANG, SU e YANG (2011) | Habilidade de uma organização de compartilhar e combinar conhecimento para a criação de novos conhecimentos. |
| ALAVI, KAYWORTH e LEIDNER (2005) | Um conjunto de práticas e processos contínuos e dinâmicos envolvendo indivíduos, grupos e estruturas físicas, onde, em dado momento e em dada organização, indivíduos e grupos podem estar envolvidos em diferentes aspectos dos processos de gestão do conhecimento. |
| ZHENG, YANG e MCLEAN (2010), com base em DEMAREST (1997), ROWLEY (2001) e SOLIMAN e SPOONER (2000) | Engloba o esforço gerencial em facilitar as atividades de aquisição, criação, armazenamento, compartilhamento, difusão e implementação de conhecimento pelos indivíduos e grupos. |
| SOUZA, ZIVIANI e GOULART (2014) | É o processo de criação contínua de novos conhecimentos, de disseminação ampla dos mesmos na organização, incorporando-os rapidamente em novos produtos, serviços, tecnologias e sistemas. Perpetuando a mudança no interior da organização. |

Quadro 1 - Conceitos sobre Gestão do Conhecimento

Fonte: Adaptado de Braquehais *et al.* (2017)

O desenvolvimento de estratégias que proporcionam a organização do conhecimento sobre o ambiente e a potencialidade da organização (OLIVEIRA; SAUER, 2016) envolvem dois importantes setores de uma organização: RH, realizando a gestão do conhecimento tácito e a TI definindo os processos e os sistemas de gestão do conhecimento transformando-o de tácito em explícito.

A estética organizacional atua como facilitadora da gestão do conhecimento sendo fundamental a análise das percepções do processo de aprendizagem desta forma aproximando a empresa e o indivíduo (WILLERDING et al., 2016). Os excedentes cognitivos podem ser direcionados conforme a sua identificação, estruturação e institucionalização; motivação capacitação e liderança; na criação de ambientes desafiadores proporcionando participação pessoal, visibilidade e empregabilidade; geração de valor adicional aos sistemas que proporcionam a utilização dos excedentes cognitivos (WILLERDING et al.,

2016).

Segundo Pereira (2016) os excedentes cognitivos entendidos como um conjunto de talentos, tempo e energia dos indivíduos que passam a ser utilizados de forma integrada, acelerando a evolução de suas ideias fazendo com que se desenvolvam mais rápido e sendo capazes de gerar valor agregado proporcionando um diferencial organizacional. Estes talentos foram potencializados com a implementação e utilização de uma plataforma virtual onde a utilização destes excedentes cognitivos na gestão do conhecimento potencializa a geração de diferenciais e valor extraordinário em processos, produtos e serviços.

A memória organizacional é construída gradativamente, sendo um processo que está na cultura das organizações e nas pessoas. Irá auxiliar na resolução dos problemas, evitando retrabalho, dando suporte as decisões mais consistentes e confiáveis, gerando vantagem competitiva em relação as organizações que não possuem essa memória (NASCIMENTO et al., 2016). Um sistema de gestão propiciará o controle eficiente, eficaz e sistemático para a geração, recepção, uso, manutenção, conservação e disseminação de documentos e das aplicações da gestão da informação.

Silva e Sousa (2015) destacam a utilização de plataformas do conhecimento. Os autores defendem a criação de ambientes virtuais para a troca de informações e experiências entre as pessoas, criando conhecimento capaz de solucionar problemas e gerar inovação. Ressalta a importância de verificar se a estrutura tecnológica e as ações de gestão e tratamento da informação estão ocorrendo de forma adequada no contexto da organização, considerando a experiência do usuário, cujos resultados podem influenciar o acesso à informação.

De acordo com Mettler e Pinto (2015), existe um consenso no grande interesse nas possibilidades do uso de games tanto por estudantes quanto por profissionais para a aquisição de informação, desenvolvimento de competências e transferência de conhecimento. Neste último propósito, a gamificação pode ser um ambiente para desenvolver estratégias, adquirir experiências e tomar decisões organizacionais.

Jorge e Sutton (2016) consideram a utilização dos games como estratégia para gerir o conhecimento. Com esta estratégia há a possibilidade de expansão do ambiente gamificado para todos os níveis da organização o que favorece a disseminação do conhecimento.

De acordo com Suh e Wagner (2017), a gamificação apresenta um novo paradigma para atrair os usuários no uso dos sistemas de informação, adicionando diversão e brincadeiras as atividades mediadas por computador. As áreas de aplicação destes conceitos abrangem deste educação, treinamento, marketing até cuidados de saúde, incluindo atividades onde o engajamento do usuários é desejável e até mesmo essencial. Estes jogos abrangem o compartilhamento de conhecimento, criação de ideias, desempenho em vendas, e incluindo competições com o recebimento de recompensas, prêmios, além do alcance de metas e objetivos relacionados ao trabalho dos colaboradores.

Para Swacha (2015), o reconhecimento da gamificação como recurso organizacional e de motivação dos colaboradores para compartilhar conhecimento, pode aumentar a visibilidade não só dos processos de trabalho, mas também dos resultados de trabalho. Assim, os colaboradores podem demonstrar suas capacidades, conhecimento e realizações, sentindo que podem influenciar a organização.

Para Suh e Wagner (2017), é necessário um entendimento preciso do papel da gamificação no engajamento dos usuários e no uso dos sistemas de informação, sob pena de perda das oportunidades e do investimento nestas tecnologias emergentes. Embora existam trabalhos demonstrando o aumento do engajamento e performance com o uso da gamificação, ainda faltam estudos empíricos sobre a influência dos elementos dos games nas organizações.

## 3 | METODOLOGIA

Um grande desafio com que se defronta um pesquisador ao fazer uma revisão sistemática é a vastidão da literatura sobre o assunto, advinda de diversos campos do conhecimento. A revisão da literatura precisa ser sistemática e basear-se em processo estruturado e transparente, de modo a ser replicável, com isso, permitindo que as decisões e conclusões do revisor possam ser verificadas.

A pesquisa às bases de dados internacionais Scopus e Web of Science e no plano nacional, foram consultados a base da Scielo e os acervos de revistas com foco em Gestão do Conhecimento. As bases de dados foram pesquisadas em busca de artigos publicados de 2015 a 2017.

Para a realização da pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras-chave; gestão do conhecimento, inteligência organizacional e gamificação. Como resultado foram recebidos 258 títulos. Foram excluídos artigos cujo nível de análise não era a Organização, e, ainda, aqueles cujo foco era o consumidor e os artigos que meramente descreviam casos específicos de gestão do conhecimento. Em situações de dúvida ou para confirmar a seleção efetuada, foram lidos os resumos ou todo o artigo.

Como foco deste trabalho está em estudar a gestão do conhecimento como um conceito polissêmico relacionado a games, estrutura organizacional, criatividade, inovação, confiança e disseminação de informações dentro das Organizações, foram selecionados 25 artigos dentro deste contexto. Numa segunda etapa buscou artigos que serviram para a disseminação do conhecimento através de soluções inovadoras dentro das Organizações usando a gamificação, neste cenário foram selecionados 9 artigos relacionados no Quadro 2.

A limitação principal da pesquisa é a amostra de artigos selecionados.

## 4 I ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

O Quadro 2 apresenta os artigos analisados para construir a revisão da literatura.

| Referência | Nome/Tema | Resumo |
|---|---|---|
| (SILVA *et al.*, 2016) | Cooperação e compartilhamento de informação entre os atores sociais em um assentamento rural.<br><br>Tema: Confiança e Cooperação | A proximidade social pode ser capaz de intensificar a comunicação entre os indivíduos, fortalecendo o compartilhamento de informação e as formas de cooperação. A confiança exerce influência relevante sobre as motivações que levam ao compartilhamento das informações, porém foram identificadas barreiras relacionadas aos sentimentos que prejudicam o compartilhamento da informação, logo o compartilhamento de informação representam uma expressividade restrita. |
| (JORGE; SUTTON, 2016) | Games como estratégia na construção e gestão do conhecimento no contexto da inteligência organizacional.<br><br>Tema: Games e Inteligência organizacional | O artigo relaciona os games as técnicas de gerir o conhecimento os propõe como estratégia para as organizações. Cita a utilização dos games como estratégia para incentivar; Analisar o Progresso por meio dos conteúdos; Motivar ações; Influenciar Comportamento; Conduzir a inovação; e, Desenvolvimento de habilidades e aquisição de conhecimento. Conclui que com a utilização da gamificação como processo é possível proporcionar a aplicação do ambiente gamificado a todos os níveis da organização e consequentemente envolver todos os indivíduos da organização em seus processos. |
| (SCATOLIN, 2015) | A gestão do conhecimento nas organizações: O Legado de Nonaka e Takeuchi.<br><br>Tema: Gestão do conhecimento e conhecimento organizacional; espiral do conhecimento. | Enfoca a gestão do conhecimento nas organizações, a partir da teoria desenvolvida pelos administradores japoneses Nonaka e Takeuchi. Trata da visão destes autores sobre o conceito de conhecimento organizacional, como ele pode ser usado e como este é fundamental para a vantagem competitiva de qualquer organização. Aponta o apontado o espiral do conhecimento e as suas quatro fases ou dimensões: socialização, externalização, internalização e combinação. Conclui que uma organização por si mesma não pode criar conhecimento sem a iniciativa do indivíduo e a interação que ocorre dentro do grupo. |
| (SCHREIBER, 2015) | Fatores de **Clima** Organizacional Relevantes para a Criatividade Organizacional: Estudo de Caso em Empresas Brasileiras.<br><br>Tema: Clima organizacional e Criatividade e inovação no trabalho | O artigo utiliza *survey* para identificar quais os fatores de clima organizacional são relevantes para o surgimento e desenvolvimento da criatividade nas organizações brasileiras. Conclui que a liberdade de atuação, o suporte a novas ideias, os conflitos, a confiança depositada nos debates internos e o dinamismo são os fatores relevantes para que uma organização possa ser criativa. O perfil dos funcionários, o suporte da liderança e treinamentos também podem suportar a criatividade organizacional. Apesar de todo o suporte o desenvolvimento depende de cada indivíduo. |

| | | |
|---|---|---|
| (SILVA; SOUSA, 2015) | A dimensão tecnológica da gestão do conhecimento e a contribuição da arquitetura da informação: uma análise da plataforma PODIO.<br><br>Tema: Portais do conhecimento | Portais de conhecimento são necessários para facilitar o acesso às informações e contribuem para a melhoria da Gestão do Conhecimento, porém deve ser realizada avaliação quanto a estrutura tecnológica e as ações de gestão e tratamento da informação, se estão sendo realizadas de forma adequada no contexto da organização. A usabilidade e acessibilidade destes portais, também devem ser avaliados. A utilização dos portais irá influenciar o acesso à informação e a criação do conhecimento e sua utilização de forma correta irá impulsionar a colaboração e o compartilhamento de informações e conhecimento entre os membros das organizações. |
| (BRAGA; GEMINO, 2017) | O indivíduo e o ambiente organizacional favorável à criação de novos conhecimentos.<br><br>Tema: O individuo e o ambiente organizacional | O artigo tem como objetivo apoiar as empresas na identificação das condições capacitadoras para se criar novos conhecimentos em um ambiente organizacional. Conclui que toda organização cria conhecimentos, estruturados ou não. Ao criar um ambiente que favoreça a geração de conhecimentos, estes trazem mais riquezas e aumentam a competitividade. Também afirma que quando os conhecimentos individuais não contam com um ambiente estratégico para transformar ideias em produtos, muitos desses conhecimentos se perdem no caminho, desestimulando o indivíduo, origem natural desta criação. |
| (METTLER; PINTO, 2017) | Serious Games as a Means for Scientific Knowledge Transfer - A Case From Engineering Management Education.<br><br>Tema: Games e Inteligência organizacional | O artigo, primeiro introduz o conceito de jogos sérios como um método alternativo bem reconhecido para discursar e fornecer resultados de pesquisa atuais relacionados à engenharia ou à gestão para a sociedade. Então, considerando a falta de uma estrutura de projeto de jogo unificada e as lacunas na literatura existente, ilustram a lógica de projeto para o desenvolvimento e avaliação de jogos sérios. O artigo é centrado em uma estrutura de transferência de conhecimento bem conhecida e é baseado em uma abordagem de design participativo que envolve deliberadamente testes interativos e freqüentes e sessões de ajuste fino que superam as limitações inerentes aos modelos tradicionais de *stage-gate* ou *waterfall*. |
| (SUH; WAGNER, 2017) | How gamification of an enterprise collaboration system increases knowledge contribution: an affordance approach.<br><br>Tema: Games e Inteligência organizacional | O estudo tem como objetivo analisar como a gamificação aumenta a contribuição do conhecimento dos funcionários para o local de trabalho. Ele desenvolve e testa a conjectura de que a gamificação agrega valor hedônico ao uso de um sistema de colaboração empresarial (ECS), que, por sua vez, aumenta tanto a qualidade quanto a quantidade de contribuição do conhecimento. |

| (SWACHA, 2015) | Gamification in knowledge management motivating for knowledge sharing.<br><br>Tema: Games e Inteligência organizacional | A gestão eficaz do conhecimento depende do compartilhamento bem-sucedido do conhecimento. Uma das principais barreiras para o compartilhamento de conhecimento é a falta de motivação dos funcionários, enquanto a gamificação é um meio comprovado de induzir motivação intrínseca. Consideramos estas duas observações como razões para considerar a aplicação da gamificação na área de gestão do conhecimento com o objetivo de induzir a motivação para o compartilhamento de conhecimento. O artigo discute as questões do compartilhamento de conhecimento e os componentes da gamificação e, em seguida, descreve uma solução implementável na forma de um sistema de regras de gamificação que visa motivar os funcionários para várias atividades relacionadas ao compartilhamento de conhecimento |
|---|---|---|

Quadro 2: Textos utilizados para a composição do trabalho.

Fonte: Adaptado pelos autores (2018).

Ao caracterizar os games como mais uma ferramenta de distribuição do conhecimento traz-se uma nova discussão que precisa ser desmistificada pelas organizações; que os games são instrumentos apenas de diversão e que não agregam valor ao conhecimento produzido.

Os games organizacionais são conhecidos como simuladores que tem o poder de exercitar o conhecimento, reproduzindo ações reais no mundo virtual. A possibilidade de exercitar este conhecimento de forma virtual é o modo mais rápida de aplicar os conceitos na pratica, sem precisar testar em ambientes reais, de maneira interativa onde os indivíduos assimilam o conhecimento de uma forma mais lúdica, estimulando o processo de competição pessoal e inter-relacional. (JORGE; SUTTON, 2016).

Segundo Swacha (2015) uma das principais barreiras para o compartilhamento de conhecimento é a falta de motivação dos funcionários para participar. Assim, a gamificação pode ser um meio efetivo para induzir motivação. O uso da gamificação apropriada, visa motivar os funcionários para diversas atividades relacionadas à transferência de conhecimento.

Mettler e Pinto (2015), apresentam em seu trabalho uma nova abordagem para projetar a gamificação com foco particular na transferência de conhecimento. A gamificação pode ser a forma mais fácil de se comunicar com a forma escrita tradicional. Uma abordagem adequada provavelmente exigirá a elaboração e a realização de experimentos com grupos de controle que façam parte de uma sessão de treinamento baseada em games, com o objetivo de entender em quais circunstâncias um grupo supera de forma significativa o outro. Consequentemente, o trabalho futuro deve ser direcionado para explorar os resultados de aprendizagem resultantes de diferentes abordagens de treinamento.

Suh e Wagner (2017) conclui no seu trabalho que a experiência do usuário no

aprendizado usando sistema informacional tem que dar prazer, conceito chamado hedonic value, para sustentar engajamento do usuário na utilização de games. O framework desenvolvido neste estudo reconhece que o campo do jogo, gamified, fornece aos usuários ambientes tecnológicos únicos que apresentam uma experiência positiva seja no fluxo ou na estética do sistema informacional. Se os games não induzirem esta boa experiência rapidamente são deixados de lado pelos usuários, que perdem o interesse e a capacidade de concentração.

## 5 I CONCLUSÃO

A investigação apreciativa cria uma inclinação favorável para destacar que quanto mais rico é o conteúdo maior é a dependência de indivíduos. Compreender as pessoas com todo seu conhecimento dinâmico, complexo e peculiar é um facilitador da gestão do conhecimento. Vale salientar que a memória organizacional é construída gradativamente. É um processo que está na cultura e especialmente nas pessoas. A confiança e a proximidade social, fatores característicos dos indivíduos, exercem influência relevante sobre a transferência de informações e estimulam a gestão do conhecimento. No processo de transferência da informação, quanto mais automático é o processo ou quanto maior é o uso da tecnologia para sua realização, menor é a riqueza de seu conteúdo. Por outro lado, o uso do sistema e da tecnologia adequada pode favorecer, facilitar e agilizar o acesso às informações essenciais. Os sistemas de gerenciamento de conhecimento auxiliam na administração e na organização de forma eficiente, otimizando os recursos e tempo baseado no conhecimento da organização. São ferramentas que apoiam a gestão de conhecimento com ênfase na estratégia da empresa visando vantagem competitiva, inovação, processos evolutivos. Analisam os recursos e capacidades de uma organização, disponibilidade de conhecimento e processos, divulgação e transferência da cultura colaborativa, dentre outros.

Por fim o estudo permite identificar que os games são instrumentos que agregam valor ao conhecimento produzido. São uma forma inovadora e interativa para que os indivíduos assimilem o conhecimento de uma forma lúdica. São aliados importantes no desenvolvimento do processo de Inteligência Organizacional.

Esse estudo não pretende ser conclusivo. A sugestão para sua continuidade e aprofundamento é que seja realizada pesquisa junto a empresas que utilizam a gestão do conhecimento e a gamificação para o desenvolvimento de suas atividades.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, Elisabeth Vargas de Carvalho; GEMINO, Alessandro de Magalhães. O indivíduo e o ambiente organizacional favorável à criação de novos conhecimentos. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 7, p. 175-189, 2017. ISSN 2236-417X.

BRAQUEHAIS, Antônio de Paula; WILBERT, Julieta Kaoru Watanabe; MORESI, Eduardo Amadeu Dutra; DANDOLINI, Gertrudes Aparecida. O papel da cultura organizacional na gestão do conhecimento revisão de literatura de 2009 a 2015. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 7, p. 80-93, 2017. ISSN 2236-417X.

JORGE, Carlos Francisco Bitencourt; SUTTON, Michael J. D. Games como estratégia na construção e gestão do conhecimento no contexto da inteligência organizacional. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 6, p. 103-118, 2016. ISSN 2236-417X.

NASCIMENTO, Alexandre Ferreira; RAMOS FILHO, Américo da Costa; CRIBB, André Yves. Gestão do conhecimento pessoal como potencializadora da geração de ideias: Estudo sobre um programa de reconhecimento por geração de ideias em empresa de consultoria. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 7, p. 18-34, 2017. ISSN 2236-417X.

METTLER, Tobias; PINTO, Roberto. Serious Games as a Means for Scientific Knowledge Transfer - A Case From Engineering Management Education. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 62, n. 2, p. 256–265, 2015.

NASCIMENTO, Natália Marinho; SOUZA, Juliete Susann Ferreira; VALENTIM, Marta Lígia Pomim; CABERO, Maria Manuela Moro. Gerenciamento dos fluxos de informação como requisito para a preservação da memória organizacional: um diferencial competitivo. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 6, p. 29-44, 2016. ISSN 2236-417X.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: Como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. 19. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997. 358 p.

OLIVEIRA, R.; SAUER, A. Gestão compartilhamento de conhecimento em uma empresa familiar: um estudo à luz da investigação apreciativa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa**,** v. 6, n. 1, p. 175, 2016.

PEREIRA, Rafael Deolindo; OLIVEIRA, Danielle Almeida; REZENDE, José Francisco. Plataformas para gestão do conhecimento: estudo de caso sobre a ativação do valor de excedentes cognitivos por meio do desenvolvimento de um contexto capacitante virtual. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p.72-88, jan./jun. 2016.

RIBEIRO, Jurema Suely de Araújo Nery; SOARES, Marco Antonio Calijorne; JURZA, Paulo Henrique; ZIVIANI, Fabrício; NEVES, Jorge Tadeu de Ramos. Gestão do conhecimento e desempenho organizacional: Integração dinâmica entre competências e recursos. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 7, p. 4-17, 2017. ISSN 2236-417X.

RODRIGUEZ, M. V. R. **Gestão do Conhecimento e Inovação nas Empresas**. Qualitymark, 2013. 432p.

SCATOLIN, Henrique Guilherme. A gestão do conhecimento nas organizações: o legado de Nonaka e Takeuchi. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 5, n. 2, p. 4-13, 2015. ISSN 2236-417X.

SCHREIBER, Dusan, S. O compartilhamento do conhecimento entre contratante e contratado no processo de externalização de atividades de P&D. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 5, n. 2, p. 127-146, 2015. ISSN 2236-417X.

SILVA, Heloiza Cristina Holgado; BINOTTO, Eriaine; VILPOUX, Olivier François Cooperação e compartilhamento de informação entre atores sociais em um assentamento rural. **Perspectivas em Gestao & Conhecimento**, João Pessoa**,** v. 6, n. 1, p. 89, 2016.

SILVA, Narjara Barbara Xavier; SOUSA, Marckson Roberto Ferreira A dimensão tecnológica da gestão do conhecimento e a contribuição da arquitetura da informação: uma análise da Plataforma Podio. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 5, n. 2, p. 186-200, 2015. ISSN 2236-417X.

SUH, Ayoung; WAGNER, Christian. How gamification of an enterprise collaboration system increases knowledge contribution: an affordance approach. **Journal of Knowledge Management**, v. 21, n. 2, p. 416–431, 2017.

SWACHA, J. Gamification in knowledge management motivating for knowledge sharing. **Polish Journal of Management Studies**, v. 12, n. 2, p. 150–160, 2015.

WILLERDING, Inara Antunes Vieira; KRAUSE, Micheline Guerreiro; LAPOLLI, Édis Mafra. Gestão de pessoas e gestão do conhecimento à luz da estética organizacional em uma organização de base tecnológica. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento,** v. 6, n. 1, p. 141-154, 2016. ISSN 2236-417X.

# CAPÍTULO 6

## ELABORAÇÃO DE UMA ONTOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NAS EMPRESAS

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Data de submissão: 12/11/2021*

**Douglas de Souza Rodrigues**
Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção
Petrópolis, Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/7869489494723161

**Dierci Márcio Cunha da Silveira**
Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção
Volta Redonda, Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/./4905697877433310

**Thiago Maia Sayão de Moraes**
Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Administração
Goiânia, Goiás
http://lattes.cnpq.br/9586320514629725

**Raul Tavares Cecatto**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Primavera do Leste, Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/3337450965056307

**RESUMO:** Este trabalho promove um estudo inédito acerca do desenvolvimento sustentável, sobre como as empresas devem se portar diante dos novos desafios advindos da escassez de recursos e a evolução para o empreendimento social. Para a elaboração desse estudo foram utilizados os conceitos do Triple Bottom Line, da Criação do Conhecimento e da elaboração de diagramas ontológicos para petrificar o conceito de sustentabilidade empresarial. Com o auxílio do software Protégé, disponibilizado pela universidade de Stanford, foram elaborados constructos baseados em classes, para definir o conceito de sustentabilidade aplicável a empresas. Diante da discussão foi inferido que é impossível separar a dimensão social da ambiental e que juntas elas interagem para promover melhorias de produtividade e impactos na lucratividade.
**PALAVRAS-CHAVE:** *Desenvolvimento Sustentavél, Sustentabilidade, Triple Bottom Line, Teoria da Criação do Conhecimento, Ontologia*

**ABSTRACT:** This work aims to study sustainable development on how enterprises should act facing the new challenges supported by resources scarcity and the evolution towards social venturing. Was carried out research over the concepts on Triple Bottom Line, on Knowledge Creation and additionally, the ontologic models were elaborated to petrify the corporate sustainability concept. Moreover, with Stanford's Protégé software, were elaborated the class-based models to define the enterprise applied sustainability concept. However, it is inferred that it is impossible to separate social and environmental dimensions once they interact each other to promote improvements in productivity and have positive impacts on profit.
**KEYWORDS:** *Sustainable Development, Sustainability, Triple Bottom Line, Knowledge Creation Theory, Ontology.*

## 1 I INTRODUCTION

Nowadays, the sustainable development is earning more social, business, and academic relevance. However, in process of improvement and discoveries. It is strongly concerned with the legacy to future generations, regarding to natural, economic, and social resources, trying to avoid their scarcity. A sense of urgency in this process, in this field of study has also been impacted by several contemporary tools capable of helping to organize ideas and in construction of diagrams, as in the case of the present study.

It is understood that in a company, the relationship between humans and the environment needs to be satisfactory, that is, it must be conceived from the perspective of sustainable mentality. For this reality to take hold, the role of each organization and the individual itself must be in accordance with the concepts of Triple Bottom Line (TBL), giving the importance those socio environmental and economic issues needed (ALHADDI, 2015; RICHARDSON, 2013).

The main concepts of TBL are related to the division of sustainability into three pillars: profit, which is related to company profits and the entire economic portion; people, which relates all the social factors which influences the quality and life of internal customers and the surrounding population; and planet, where all environmental management and environmental preservation activities are allocated.

The “learning by doing”, according (BARRAL *et al.*, 2019; FRAILE SORDI; CUNHA e NAKAYAMA, 2017), it is highly valued in industrial culture, with its main role in construction of organizational knowledge which operates in two dimensions, the epistemological and ontological. The first covers the definition of implicit and explicit knowledge and the last one refers to the crystallization of knowledge in the individual, group, organizational and interorganizational spheres.

According to Guarino (1998), ontology has been moving out of the philosophical sphere and is being recognized in several research fields such as knowledge engineering, knowledge representation, information models and information extraction and retrieval, as well as knowledge management and organization.

Unlike the ontology applied in philosophy, in this paper, it’s understood as a dictionary of concepts e relationships between those concepts (DUQUE; BASTOS, 2017). Gruber (1993) reports that ontology is an explicit of a concept. It works as conceptual scheme in database systems. While the conceptual scheme represents data relationships, ontology defines the terms that will define knowledge. For (ANDRADE; FERREIRA e PEREIRA, 2010), an ontology is built with the goal of sharing and reuse the knowledge that has been structured will facilitate its access for future generations through the recovery of knowledge and its full understanding. Therefore, an ontology is a structure of concepts and their attributes that relate to each other, forming knowledge about determined area or field of research in an organized way aiming to facilitate the work of future generations, which will

use this knowledge.

From a conceptual reflection of sustainability and its dimensions, and how this paper explores it epistemologically and through cutting edge tools to contribute to the solidification of constructs. So, considering the approach of Marconi and Lakatos (2018) that presents in order the conceptualization starting from concepts of direct observation – of less abstraction – to concepts of indirect observation, passing through constructs until reach theoretical terms – more abstract. It is expected to collaborate in the construction of theoretical terms, which are fundamental to the advancement of science. Besides that, the relevance of this paper resides, still, in the creation of ontologic models to guide companies to compare their structure with the presented sustainability model. These models are based on the concepts of Triple Bottom Line and aim to help in the understanding about the main points that guide and facilitate the sustainable development through an analysis about the evolution of the sustainability concept and its importance for industries and society survival.

## 2 I METHODOLOGY

The methodology applied in this paper its divided in two parts: research method and work method. In research method, the form of the research carried out, the objectives and how it fits in time are described. On the other hand, the work method, explicit exactly how the research was elaborated, which methods were used and how it was used.

### 2.1 Research method

As for the nature of this paper, it is classified as a applied research, as it uses previously studied concepts for applications in real life problems (VERGARA; PECI, 2003). As for the approach, the research is classified as qualitative, since data from the literature was used to develop an ontological model to assist in decision making.

The objective of this research is classified as exploratory and explicative: the first is characterized by using bibliographic research on marketing strategies for the differentiation of services and products, with the objective of capturing and modifying the concepts of literature in favor of a greater understanding of this subject (GIL, 2008); the last one aims to investigate the characteristics of a phenomenon, capturing and highlighting its scenario (VERGARA; PECI, 2003) and their interrelations.

As for time, the research is characterized as a cross-sectional retrospective, as it uses specific facts from the past for application in this case study (SÁTYRO; D'ALBUQUERQUE, 2020) which were used to elaborate the constructs which will serve as a basis for discussion around decision-making and sustainability practices in companies.

### 2.2 Working method

Through bibliographical research, a systematic review was carried out on: the social

and environmental dimensions and their respective impact on the economic dimension of sustainability; the Triple Bottom Line (TBL) for its application of its precepts in the study concerning this work; the diffusion of knowledge in organizations through the theory of Knowledge Creation (LUIS, 2011; SOUTO, 2006).

For the application of ontologic models, concepts of sustainable development of TBL were used, so that graphs could be built correlating the concepts – in the Protégé software. So that the dissemination of sustainable knowledge, going from the tacit (informal) to the explicit (formal and documented), could be disseminated in corporations more easily and efficiently, conceptual graphs were elaborated. Additionally, a discussion was carried out covering the content of these ontological diagrams, based on literature review. During the discussion, suggestions were made about how to reach some of the objectives proposed on the ontologic graphs.

## 3 I RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Socioenvironmental sustainability and impacts on economic dimension

The social dimension should encompass all treatment with reference to human capital (ALHADDI, 2015; REIME *et al.*, 2017; SLAPER, 2011). The company must follow a career politics e and offer fair salaries to the employee (CHIAVENATO, 2003). All those items are interdependent for its social dimension could be efficient, as an example, it is not enough to pay good salaries when it is not offered to the employees' good assistance programs.

The social pillar of sustainability is the one that causes the most controversy around its theory and the one that has the most changes. The concept of social sustainability (FOLADORI, 2002; LARA *et al.*, 2017) it is supported by two aspects: the poverty and population increase. In this sense, it is also known that it is not possible to separate the social parte to the environmental one, while the scarcity of natural resources is notably a problem caused by human interactions.

The criteria for admeasurement of environmental sustainability item is like a factor called climate integrity (FOLADORI, 2002) that would be a climate without human interference. Based on this principle, the purer the nature is, the greater the ecological sustainability and the more modified it is, the lower the value of sustainability. It is noted in this case that what is measured it is the degree of human interaction and not the nature by itself.

When observing that for the existence of unlimited sustainable growth, the resources should be unlimited, we have reached a situation where economic sustainability, guided by the vision of obtaining increasingly higher profits, it is confronted with the policy of environmental sustainability as it causes scarcity of resources. What is considered economical sustainability is the growth, productivity, efficiency and return to productive

agents as a reward for the work (value) contributed.

### 3.2 Sustainable knowledge diffusion

According to Jacobi (2003) sustainability is debated with the theme “society risk”, where the social practices should be expanded aiming the access to information and environmental education, including the dissemination through the social media (MOURTZIS et al., 2019). Promoting an environmental consciousness matters to build a more ethical society and an environmental care provider. The environmental education is there to modify the existing scenario of socioenvironmental degradation which persists as a topic of interest between researchers and companies, in general (BOONS; LÜDEKE-FREUND, 2013; GESSI; ERGANG, 2011; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; THE OXFORD HANDBOOK OF INNOVATION MANAGEMENT, 2014)with special focus on urban and industrial waste, to achieve a better balance and harmony between economy, environment and society. This study provides an extensive review of the literature of last two decades, with the purpose of grasping the main CE features and perspectives: origins, basic principles, advantages and disadvantages, modelling and implementation of CE at the different levels (micro, meso and macro.

Practices promoting the overcoming of social deficits are an effective way to provide the population with basic needs such as decent employment, healthy food and in the developed countries, promoting a change in consumption patterns (MEDEIROS; DE, 2015). The culture of consumerism needs to be minimized to generate a reduction in the use of inputs from natural resources, as the industries will start to produce in smaller scale. In this sense, products will have a raise in its costs, which will not be good in short terms, demanding also higher salaries. However, social cohesion is a concept that shows itself as a appropriated tool to diffusion the knowledge and practices between groups, being more efficient than the practices adopted by an individual (TULIN; POLLET; LEHMANN-WILLENBROCK, 2018) and, as a consequence, could be strongly closed to social networks theories, where cohesion is based on the structural relationship in which its group its defined (MOODY; WHITE, 2003). According to (KOTLER, 2008) the promotion is something that informs and persuades through communication. Considering that factor, it must be guaranteed that the use of integrated tools of marketing, to ensure that the knowledge reaches the recipients, and this communication should be done in a persuasive way. The sustainable development, as a field inside the sustainability studies, must result in changes and the change will be faster with a more summed up diffusion of sustainable knowledge. Therefore, it’s important to have skills, competences and knowledge to promote changes in economic, envinmromental and social behavior (WIEK; WITHYCOMBE; REDMAN, 2011).

### 3.3 Sustainability model

The mainly definition of the social dimension of the model it is the commitment with

quality of life. Within the promotion of quality of life, the well-being of the community is the main goal, which can be done by donating equipment and space to foundations specialized in helping the community, besides investments in wide-range actions, such as projects for sports and culture. Many companies have a non-profit foundation, which are responsible to deal with sociocultural projects; it is relevant because it is possible to deduct the costs for maintenance of the project from income tax.

Must have a career plan so the employees stay motivated (CHIAVENATO, 2003) and that reflects in the increase of productivity, making the company even more competitive on the market from the generation of employment, space could be opened for expansion of job offers, since this is directly linked to quality of life. Investments in community actions such as traveling events that provide services for duplicate documents, haircuts, oral hygiene education, awareness of sexually transmitted diseases, among others, may be necessary to increase life expectancy (FERREIRA *et al.*, 2017).

In Fig. (1) it can be seen the ontological model, representing the corporate sustainability, according to TBL with all the dimensions and conceptual classes. The graphs are organized according to a class model, similar to object-oriented programming, which its three pillars of sustainability are represented with their respective subclass and relationships.

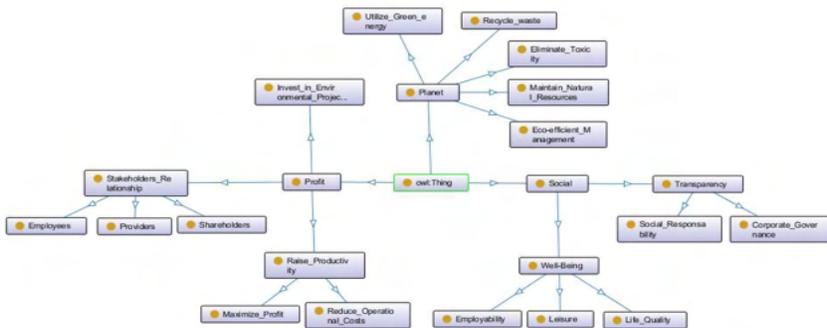



Figure 1: Ontologic diagram for the concept of management sustainability, based on TBL, with the three pillars of sustainability (Source: the author).

By promoting quality of life, the industries must maintain as precursors of cultural activities which provides leisure and that can reveal future art talents, besides the tax benefits (BATISTA *et al.*, 2018; DIAS, 2011; MILANI FILHO, 2008). In this way, an intimate relationship with the community will be created and will reflect positively in the company income and in their relationship with investors. Besides that, there is the need to predict and avoid environmental impacts. In the absence of solutions that neutralize it, it should be opt for ways to reduce to the point of providing care, at least, to the community around the company.

The transparency of productive process has a role in Social Responsibility of the

company. Through the reports of sustainability which a lot of companies already use, mainly to maintain a good relationship with investors, it is possible to communicate to the public the stock investments which add value to the quality of life of internal and external costumers.

With all of these transparency in the process, reflecting on corporate governance, the company still practice industrial ethics, in a way to always maintain a good image towards the public.

The economic dimension of sustainability has its relevance, according as the profit generates as a company premises. However, understand the client and their expectations, will be the defining factor of who is able to stay in the market. On the economic dimension, actions of sustainable growth, focused on the reuse of inputs, as an example, are great alternatives to increase the efficiency of a process. There's also a strong tendency in decreasing the operational costs, which is harder than investing in reuse techniques that are used in power generation (RODRIGUES, 2015). The management accounting (SANTOS, 2019) has an essential role in this dimension of the sustainable development. It is through the management accounting that the referring numbers are exposed to the public and can be analyzed by the company management. To manage the resources destinated to the environment it is necessary for carbon credit purchase and sale calculations.

## 4 | CONCLUSIONS

For a company to sustain itself, not only financially, but regarding the community and maintain sustainable actions regarding to the environment and its own business model, the ontologic model presented helps to organize knowledge, concerning the social, economic, and environmental dimensions. Without a defined concept, containing the directions to be followed, it would be impracticable to successfully design the most important points that a company should follow to reach the sustainable development.

It should maintain good conditions for employees, taking care of its stakeholders, in every step of the process. Variables like contribute to the decrease of unemployment rate, increase of female participation in the effectives, poverty reduction, increase of average income, high life expectancy and improvements in the public health system are large examples of what should be highlighted in the social dimension, which will impact directly in the company's results.

## REFERENCES


ALHADDI, Hanan. **Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review. Business and Management Studies**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 6–10, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.11114/bms.v1i2.752

ANDRADE, Maria Teresinha Tamanini; FERREIRA, Cristiano Vasconcelos; PEREIRA, Hernane Borges de Barros. **Uma ontologia para gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento de produto**. [s. l.], 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n3/08.pdf. Acesso em: 24 fev. 2014.

BARRAL, Claudio Eduardo et al. **AS ORGANIZAÇÕES POTENCIALIZAM A GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO**. South American Development Society Journal, [S. l.], 2019. Disponível em: https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v5i14p161-175

BATISTA, Bruna Campanharo et al. **Perfil metodológico dos incentivos fiscais aplicados em políticas públicas: uma análise do cenário de 2006 a 2016.** Revista Produção Online, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 1301–1321, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14488/1676-1901.v18i4.2922

BOONS, Frank; LÜDEKE-FREUND, Florian. **Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda.** Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 45, p. 9–19, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de recursos humanos: fundamentos básicos.** [S. l.]: Atlas, 2003. E-book.

DIAS, Ana Carolina. **A RESPONSABILIDADE SOCIAL DAS EMPRESAS VIABILIZADA PELOS INCENTIVOS FISCAIS GOVERNAMENTAIS COM O INTUITO DE FOMENTAR O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.** [S. l.: s. n.].

DUQUE, Cláudio Gottschalg; BASTOS, Geraldino Gonçalves. **Ontologia aplicada a um modelo de gestão organizacional: contribuições da ciência da informação.** Ciência da Informação, [S. l.], v. 46, n. 1, 2017. Disponível em: http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/4023/3723. Acesso em: 6 abr. 2020.

FERREIRA, Marielle Cristina Gonçalves et al. **Social representations of older adults regarding quality of life.** Revista brasileira de enfermagem, [S. l.], v. 70, n. 4, p. 806–813, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0097

FOLADORI, Guillermo. **Avanços e limites da sustentabilidade social.** [s. l.], 2002. Disponível em: http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/viewFile/214/176. Acesso em: 15 out. 2014.

FRAILE SORDI, Victor; CUNHA, Cristiano; NAKAYAMA, Marina. **Criação de conhecimento nas organizações: Epistemologia, tipologia, facilitadores e barreiras.** Perspectivas em Gestão & Conhecimento, [S. l.], 2017. Disponível em: https://doi.org/10.22478/ufpb.2236-417X.2017v7n2.28851

GESSI, Liliana; ERGANG, Sandro. **A sustentabilidade e o composto de marketing**. [S. l.], 2011.

GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. **A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems**. Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 114, p. 11–32, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e ténicas da pesquisa social**. [S. l.: s. n.]. E-book.

GRUBER, Thomas R. Technical Report KSL 92-71 Revised April 1993 A **Translation Approach to Portable Ontology Specifications by A Translation Approach to Portable Ontology Specifications.** [S. l.], n. April, 1993.

GUARINO, Nicola. **Formal Ontology and Information Systems.** [S. l.], n. June, p. 3–15, 1998. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.29.1776&rep=rep1&type=pdf

JACOBI, Pedro. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** [s. l.], 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf. Acesso em: 24 fev. 2014.

KOTLER, Philip. **Princípios de Marketing.** 12a ed. São Paulo: Prentice Hall, 2008. v. 10a Edição, E-book.

LARA, Luiz Gustavo Alves de et al. **A ideologia do crescimento econômico e o discurso empresarial do desenvolvimento sustentável.** Cadernos EBAPE.BR, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 326–348, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1679-395159387. Acesso em: 2 ago. 2017.

LUIS, Sergio. **Teoria da criação do conhecimento de Nonaka: Aplicações e Limitações.** [S. l.], 2011.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de; DE, Carlos Aguiar. **Inserção externa, crescimento e padrões de consumo na economia brasileira.** http://www.ipea.gov.br, [S. l.], 2015. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3845. Acesso em: 14 jul. 2018.

MILANI FILHO, Marco Antonio Figueiredo. **Responsabilidade social e investimento social privado: entre o discurso e a evidenciação.** Revista Contabilidade & Finanças, [S. l.], v. 19, n. 47, p. 89–101, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1519-70772008000200008. Acesso em: 2 ago. 2017.

MOODY, James; WHITE, Douglas R. **Structural Cohesion and Embeddedness: A Hierarchical Concept of Social Groups.** American Sociological Review, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 103, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.2307/3088904. Acesso em: 14 jul. 2018.

PROTEGE (2000). **The Protege Project**. Disponível em: http://protege.stanford.edu. Acesso em: 14 jul. 2020.

REIME, Marit Hegg et al. **Learning by viewing versus learning by doing: A comparative study of observer and participant experiences during an interprofessional simulation training**. Journal of Interprofessional Care, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 51–58, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13561820.2016.1233390

RICHARDSON, Julie. **The triple bottom line: Does it all add up?: Assessing the sustainability of business and CSR**. [S. l.]: Taylor and Francis, 2013. E-book. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9781849773348

RODRIGUES, Douglas de Souza. Sustentabilidade, **Marketing e Sistemas de informação: Uma visão ontológica.** 2015. - Universidade Federal Fluminense, [s. l.], 2015.

SANTOS, Diórgenes de Melo. a **Importância Da Contabilidade Gerencial No Processo De Tomada De Decisão Das Microempresas – Case.** Revista Encontros Científicos FVS I ISSN: 2595-959X I, [S. l.], 2019.

SÁTYRO, Natália Guimarães Duarte; D'ALBUQUERQUE, Raquel Wanderley. **O que é um Estudo de Caso e quais as suas potencialidades.** Sociedade e Cultura, [S. l.], 2020. Disponível em: https://doi.org/10.5216/sec.v23i.55631

SLAPER, TIMOTHY F. The **Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work?** [S. l.], p. 4–8, 2011.

SOUTO, Cristiane; TBG, Frota. **Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional de Nonaka e Takeuchi.** [S. l.], p. 1–11, 2006.

**The Oxford handbook of innovation management.** Choice Reviews Online, [S. l.], v. 52, n. 04, p. 52-2079-52–2079, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.5860/choice.185118

TULIN, Marina; POLLET, Thomas V.; LEHMANN-WILLENBROCK, Nale. **Perceived group cohesion versus actual social structure: A study using social network analysis of egocentric Facebook networks**. Social Science Research, [S. l.], v. 74, p. 161–175, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/J.SSRESEARCH.2018.04.004. Acesso em: 14 jul. 2018.

VERGARA, Sylvia Constant; PECI, Alketa. **Escolhas metodológicas em estudos organizacionais**. Organizações & Sociedade, [S. l.], 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1984-92302003000300001

WIEK, Arnim; WITHYCOMBE, Lauren; REDMAN, Charles L. **Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development**. Sustainability Science, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 203–218, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6. Acesso em: 14 jul. 2018.

## COPYRIGHT

# CAPÍTULO 7

# GESTÃO DE PROJETOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM A METODOLOGIA BIM APLICADA: ESTUDO DE CASO

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Data de submissão: 07/10/2021*

**Cristiano Saad Travassos do Carmo**
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro
https://orcid.org/0000-0003-1517-2457

**RESUMO:** A metodologia de gestão de projetos em BIM vem crescendo no mercado brasileiro nos últimos anos, acompanhando o crescimento da construção civil. Por meio deste novo paradigma na forma de projetar, é possível diminuir os imprevistos de obra e melhorar as estimativas de quantidades, além de outros benefícios em diferentes fases do ciclo de vida de um empreendimento. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo prático em um edifício residencial em concreto armado, aplicando a metodologia BIM para a gestão de projetos de diversas disciplinas. Para tanto, desenvolveu-se o modelo virtual 3D de todas as disciplinas do projeto executivo e, posteriormente, foi feita a compatibilização entre disciplinas e extração de quantidades para aumentar a produtividade da obra. Foram utilizadas como ferramentas BIM, o Revit e o Navisworks, ambos da Autodesk. Como resultado, obteve-se a redução de erros nos pedidos de materiais, melhoria na qualidade dos serviços na obra, economia no HH do engenheiro e operários da obra. Por fim, o presente trabalho comprova que a implementação da gestão em BIM, mesmo que parcialmente, na gestão de projetos da empresa é capaz de garantir a redução de custos e prazos em similares ao analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de projetos, BIM, construção civil, edificação residencial, estudo de caso.

## PROJECT MANAGEMENT IN CIVIL CONSTRUCTION APPLYING THE BIM METHODOLOGY: CASE STUDY

**ABSTRACT:** The BIM methodology applied in project management has been growing in the Brazilian construction industry in recent years, following this market. Through this new paradigm in the way of designing, it is possible to reduce unforeseen work and improve quantity estimates, in addition to other benefits at different stages of the life cycle of a project. The present work aims to develop a practical study in a residential building in reinforced concrete, applying the BIM methodology for project management in different disciplines. For that, the 3D virtual model of all the disciplines of the detailed design was developed and, later, the compatibility between disciplines and the extraction of quantities was made to increase the productivity of the work. Revit and Navisworks, both from Autodesk, were used as BIM tools. As a result, there was a reduction in errors in ordering materials, an improvement in the quality of services on site, savings in the MH of the engineer and construction workers. Finally, this work proves that the implementation of management in BIM, even if partially, in the company's project management is able to

guarantee the reduction of costs and deadlines similar to the one analyzed.
**KEYWORDS:** Project Management, BIM, Civil Construction, Residential Building, Case Study.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na indústria da construção civil, algumas barreiras são comuns e críticas para o sucesso de um empreendimento, como por exemplo atrasos no prazo de entrega, custos excedentes aos planejados, escopos sem definição clara, entre outros. Esses desafios implicam, por consequência, na maior adoção por parte das organizações em melhores práticas de gerenciamento de projetos, que vêm crescendo nas últimas décadas. Tais melhorias, no entanto, devem ser tomadas na linha top-down partindo de diretrizes e estratégias nas lideranças corporativas. Assim, é trazido à tona a necessidade de repensarmos o nosso modelo atual de gestão de projetos.

Neste contexto, nasce o paradigma do Building Information Modeling (BIM), que consiste na utilização de modelos virtuais da construção consistentes, com uma base de dados sólida e com todas as informações necessárias para alimentar as tarefas das equipes, em colaboração e integração multidisciplinar, por todo o ciclo de vida do empreendimento (NBIMS, 2015). O emprego desta metodologia de processos vem auxiliando a gestão de projetos e maximizando a qualidade da construção, por meio de estimativas de custos mais precisas, tomadas de decisões mais estratégicas e planejamento/gerenciamento antecipados (ABDI, 2017).

Além disso, o BIM está sendo tratado como uma evolução da metodologia de projetos em Computer-Aided Design (CAD) e a sua implementação prevê uma melhora também na colaboração entre players da construção civil (arquitetos, engenheiros, construtores etc.). Desta forma, pode-se afirmar que o principal atrativo do uso de BIM não está somente na fase de projeto e desenho propriamente dita, mas na quantidade e qualidade de informações disponíveis por todo o ciclo de vida de uma edificação. Logo, são geradas economias substanciais em todas as etapas, que permitem rápidas análises e estudos de alternativas tais como programação e estimativa de custos, listas de materiais acuradas, detecção antecipada de interferências e melhor gestão de recursos (MIGILINSKAS et al., 2013).

Nesse sentido, o presente trabalho envolve um estudo de caso direcionado para a gestão de projetos utilizando a metodologia BIM em um edifício residencial situado no Estado do Rio de Janeiro. O estudo é organizado da seguinte forma: no capítulo 2 são apresentados breves conceitos para entendimento do tema; o capítulo 3 elucida a estrutura adotada para realização do estudo prático; o capítulo 4 apresenta o estudo aplicado e seus resultados; e, por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões e discussões acerca do caso prático.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, é feita uma breve revisão de literatura para esclarecimento dos principais conceitos que orientam o trabalho. São discutidos dois tópicos principais: gestão e planejamento de projetos, e metodologia de projetos em BIM. Vale ressaltar que foi realizada previamente uma revisão sistemática da literatura, a fim de coletar trabalhos mais relevantes e recentes acerca do tema.

### 2.1 Gestão e planejamento de projetos

De acordo com o Guia Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 2013), projeto é "um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único". O Guia de gerenciamento destaca que o termo "temporário" significa que, todos os projetos apresentam início e final definido, e o final ocorre quando todos os objetivos do projeto são atingidos, ou quando não mais houver a necessidade deste e então possa ser encerrado.

Desta forma, para atender as expectativas dos clientes e alcançar o resultado desejado, há a necessidade da realização de processos repetitivos que seguem procedimentos pré-determinados pela organização. Sendo assim, uma série de dados quanto ao processo de produção devem ser colocados entre as informações que compõem o conjunto de elementos do projeto (AVILA, 2010).

Dentro deste contexto, a metodologia BIM surge com a proposta de auxiliar na gestão e planejamento de projetos voltados à construção civil, integrando os processos que envolvem todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento.

### 2.2 Metodologia de projetos em BIM

O conceito sobre BIM se sustenta em três pilares fundamentais: tecnologia, processos e pessoas. Em outras palavras, para a implementação BIM em um empreendimento, faz-se necessário um modelo virtual parametrizado, que permita a comunicação entre diversas ferramentas computacionais (interoperabilidade); um estudo detalhado dos fluxos de informações e documentos durante todas as etapas do ciclo de vida, satisfazendo os requisitos de gestão e planejamento; e, por fim, uma colaboração e integração entre equipes, para que cada indivíduo tenha um pensamento multidisciplinar, orientado ao projeto e não à sua disciplina apenas (EASTMAN, 2011; PAIVA et al., 2017).

Entende-se por parametrização, como a inserção de informações e regras que definem os elementos em um modelo virtual, tornando o modelo não redundante e consistente. Tal funcionalidade permite a atualização automática de todas as pranchas geradas no momento em que algum elemento é alterado, o que facilita e aumenta a produtividade dos projetistas. No entanto, com um modelo com diversas informações associadas, é preciso garantir que no fluxo do modelo entre software não seja perdido nenhum dado, ou seja, que a interoperabilidade seja satisfeita. Nota-se, portanto, uma

relação de interdependência entre interoperabilidade e parametrização (ABANDA, 2015; EASTMAN, 2011).

Com relação ao pilar de processos, é necessário entender técnicas tradicionais de planejamento e gestão, aplicadas no contexto tecnológico que o BIM exige. Dessa forma, são criados, por exemplo, os Information Delivery Manuals (IDM) que mapeiam o fluxo de informações entre processos, dentro de uma determinada tarefa, identificando pontos fortes e fracos de interoperabilidade. Por meio dessa ferramenta de estudo dos processos, é possível definir quais tecnologias são mais adequadas e quais interfaces interpessoais necessitam de maior atenção (LAAKSO e KIVINIEMI, 2012).

Por fim, mas não menos importante, estão as pessoas. O ambiente BIM só de fato funciona com a colaboração dos *players*, pois as máquinas isoladamente não criam os projetos por conta própria. Neste campo, entram os estudos cognitivos para entender por exemplo como eliminar a clássica rivalidade entre engenheiros e arquitetos, questões que não conseguem ser representadas com fluxogramas, programas computacionais nem resolvidas facilmente. Por conta disso, este pilar é o mais complicado para resolver e ser bem-sucedido, pois medidas mitigadoras não consertam preconceitos tradicionais da indústrias da construção civil, como a rivalidade entre arquitetura e engenharia. É preciso, então, grande esforço nos campos do ensino, pelas escolas e faculdades, e cultural, por lideranças de organizações, para que haja a mudança de paradigma necessária ao BIM (GHAFFARIANHOSEINI, 2017).

## 3 | METODOLOGIA

Neste trabalho, foi adotado o fluxo de trabalho ilustrado na figura 1 para o estudo prático de aplicação do BIM na gestão de projetos de uma obra. Este fluxo de trabalho refere-se à atual prática do mercado relacionada à gestão de projetos utilizando a metodologia BIM. Vale ressaltar que não há uma implementação completa do BIM no mercado atual, porém mesmo com uma maturidade baixa, benefícios substanciais podem ser observados.

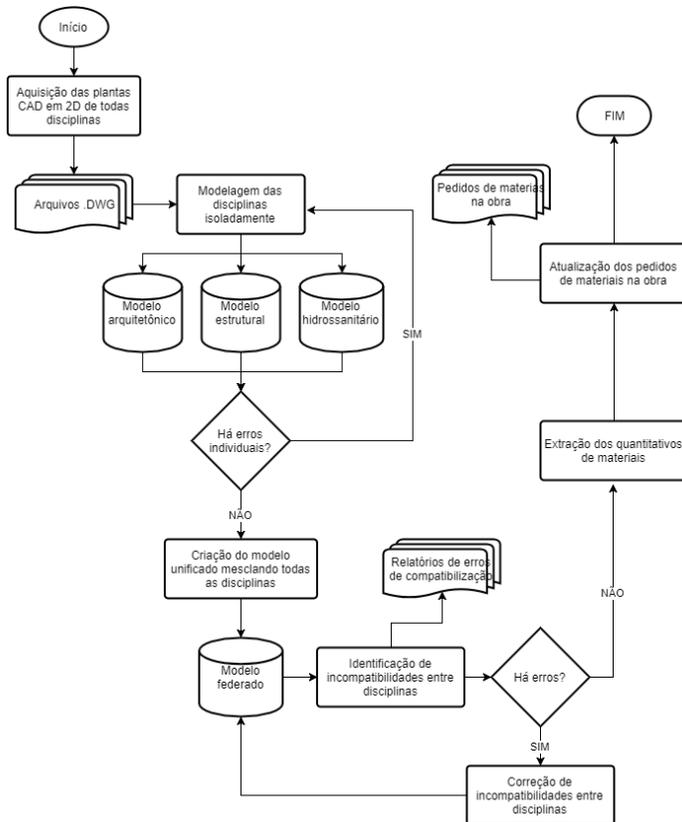



Figura 1 – Fluxograma da metodologia do estudo prático.

Na primeira etapa, foi realizada uma aquisição dos projetos do objeto de estudo (edifício residencial em concreto armado) em formato CAD, especificamente .dwg. Estes projetos foram realizados da maneira tradicional (CAD) e apresentavam-se na última revisão, prontos para serem executados na obra, compatibilizados entre si visualmente apenas.

De posse dos arquivos, modelou-se todas as disciplinas na ferramenta computacional Revit 2018 da Autodesk. Neste momento, puderam ser identificados erros singulares e individuais nas disciplinas que deveriam ser corrigidos pelos projetistas responsáveis para revisão e correção do modelo virtual. Vale ressaltar que o modelador apenas comunica os erros individuais, mas quem os corrige são os projetistas, podendo ser feita em CAD e, posteriormente, convertidas ao modelo virtual individual.

Ao final desta etapa, garantido que não havia erros individuais nas disciplinas, pode-se realizar uma compatibilização entre disciplinas, principalmente por meio da detecção de interferências físicas entre elementos. Para tanto, todos modelos foram unificados em um só, criando então o modelo central do empreendimento que continha todas as informações de todas as disciplinas em um só arquivo. Assim, puderam ser identificadas por exemplo

esquadrias de janelas que conflitavam com vigas, entre outros conflitos entre disciplinas e, então, os erros foram comunicados aos projetistas responsáveis.

Por meio de um estímulo à colaboração e trabalho em equipe, os projetistas interagiram entre si identificando quem seria o responsável por alterar o projeto em cada inconsistência. Dessa forma, foi possível a correção do modelo federado com as atualizações pertinentes e a eliminação todas as incompatibilidades entre disciplinas. Ainda vale ressaltar que apenas após esta etapa, o modelo estava confiável para extração de quantitativos precisos, que representa o próximo passo do fluxograma.

Com os quantitativos extraídos do banco de dados BIM, estes foram encaminhados à obra para correção e revisão dos pedidos de materiais aos fornecedores. Desta forma, eliminou-se a necessidade do levantamento de materiais *in situ* e criou-se um viés de comunicação e colaboração entre projetistas e construtores, permitindo um melhor ambiente de trabalho em BIM.

## 4 | ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, são apresentados os detalhes do objeto de estudo bem como os resultados da aplicação do fluxograma proposto.

### 4.1 Caracterização e organização da empresa e do empreendimento

Com relação ao empreendimento especificamente estudado, a edificação residencial em construção está localizada no Estado do Rio de Janeiro e as obras iniciaram-se em abril de 2017 com previsão de conclusão em abril de 2020. Tal fato acarretou a escolha deste projeto e não de outro empreendimento para o estudo, pois é a única obra que ainda está no começo e, assim, possibilita melhores estudos de alternativas para produzir impactos no custo e aumentar a possibilidade de alteração dos projetos.

Este empreendimento contempla a execução de 54 apartamentos de 2 e 3 dormitórios, espaço fitness, sauna, varanda com churrasqueira, salão de festas e 6 coberturas duplex, totalizando 17 pavimentos. A maior unidade tem 196,24 m² de área privativa e a menor, 78,43 m², com valor médio do m² igual a R$4.900,00. A figura 2 ilustra uma renderização deste empreendimento.

Figura 2 – Imagem renderizada do objeto de estudo.

## 4.2 Implementação de soluções BIM na empresa

Seguindo o fluxograma proposto, a fim de melhorar e otimizar os processos da empresa, foi feito um modelo 3D no software Revit 2018 da Autodesk, para cada disciplina do empreendimento. Nesta fase, percebeu-se algumas barreiras que necessitavam ser avaliadas para que efetivamente o BIM seja implementado na organização, como por exemplo: resistência cultural e organizacional às mudanças, ausência de mão de obra especializada, alto custo para a aquisição de softwares BIM, entre outros. Apesar das dificuldades mencionadas, os diretores da construtora mostraram-se interessados em implementar o BIM, indicando possível mudança de paradigma no sentido *top-down.*

É importante ressaltar, ainda, que apesar do desenvolvimento do modelo 3D, o engenheiro responsável pela obra continuou realizando os levantamentos de quantidades utilizando as representações em 2D (método CAD) a fim de fazer uma análise comparativa com os valores levantados a partir do modelo em BIM.

Os resultados indicaram que os quantitativos extraídos do BIM apresentam um alto grau de confiabilidade e que a grande maioria dos itens levantados pelo engenheiro responsável pode ser extraída de forma automática por meio do modelo BIM. Isto indica que o BIM é uma metodologia que não apenas facilita a gestão dos projetos, mas também contribui para outras atividades técnicas específicas, como orçamento, eliminando os erros manuais comuns do levantamento de quantitativos e colaborando para a qualidade do orçamento. Além disso, há uma economia de horas trabalhadas pelo engenheiro, uma vez que os quantitativos são gerados automaticamente.

Nesse sentido, a título de exemplo, a tabela 1 apresenta o levantamento total de concreto, forma e aço de todo o empreendimento, de acordo com o modelo estrutural criado.

| Quantitativo de Material da Disciplina de Estruturas | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pavimento | Concreto (m³) | | | | | | | | Fôrma (m²) | Aço (kg) |
| | Pilares | Vigas | Lajes | Paredes | Blocos | Estacas | Escadas | Total | | |
| RI | - | - | 9,32 | 9,46 | - | - | - | **18,78** | **224,13** | **1596,30** |
| Fundação | 2,24 | - | - | - | 214,98 | 160,20 | - | **377,42** | **24,63** | **32080,70** |
| Térreo | 21,22 | 64,87 | - | - | - | - | 1,16 | **87,25** | **691,85** | **7416,25** |
| Mezzanino | 21,22 | 7,87 | 4,91 | - | - | - | 1,16 | **35,16** | **427,03** | **2988,60** |
| G1 | 26,15 | 26,26 | 82,72 | - | - | - | 1,23 | **136,36** | **1413,65** | **11590,60** |
| G2 e G3 | 20,04 | 28,25 | 77,60 | - | - | - | 1,23 | **127,12** | **1340,56** | **10805,20** |
| G4 | 20,04 | 28,25 | 73,37 | - | - | - | 1,23 | **122,89** | **1305,25** | **10445,65** |
| Tipo 1 | 17,91 | 27,68 | 79,95 | - | - | - | 1,36 | **126,90** | **1355,70** | **10786,50** |
| Tipo 2 ao 10 | 17,91 | 30,17 | 63,20 | - | - | - | 1,36 | **112,64** | **1396,61** | **9574,40** |
| Cobertura | 3,24 | 30,17 | 63,20 | - | - | - | 1,36 | **97,97** | **1267,81** | **8327,45** |
| Casa Máq. | 3,08 | 1,54 | 2,45 | - | - | - | - | **7,07** | **87,93** | **600,95** |
| Teto Cobertura | 1,62 | 12,33 | 37,92 | - | - | - | - | **51,87** | **650,50** | **4408,95** |
| RS | - | - | 11,48 | 7,83 | - | - | - | **19,31** | **208,83** | **1641,35** |
| Total por Elemento | 317,99 | 527,00 | 1089,32 | 17,29 | 214,98 | 160,20 | 22,20 | | | |
| Total Geral | | | | | | | | 2.349 | 22.908 | 199.663 |

Tabela 1 – Quantitativo de material da disciplina de estruturas.

No intuito de exemplificar esse comparativo entre representação 2D e modelos BIM, a tabela 2 apresenta um comparativo entre valores de fôrma e concreto de algumas peças estruturais com levantamentos feitos a partir do AutoCad e do Revit, ambas ferramentas da Autodesk.

| Comparativo entre DWG e Revit - Concreto e Fôrma das Vigas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Andar | DWG | | REVIT | | Índice de Variação do concreto (IVC) e de fôrma (IVF) | |
| | Volume de concreto (m³) | Área de fôrma (m²) | Volume de concreto (m³) | Área de fôrma (m²) | IVC (%) | IVF(%) |
| Térreo | 25,95 | 436,73 | 22,31 | 418,06 | 16,3% | 4,5% |
| Mezzanino | 8,93 | 169,84 | 7,88 | 166,12 | 13,3% | 2,2% |
| G1 | 14,22 | 222,93 | 13,47 | 222,45 | 5,6% | 0,2% |
| **TOTAL** | **49,10** | **829,50** | **43,66** | **806,63** | **12,5%** | **2,8%** |
| Diferença entre DWG e REVIT | | | | | | |
| Concreto em excesso (m³) | **5,44** | | Fôrma em excesso (m²) | | | **22,87** |

Tabela 2 – Comparativo entre Autocad e Revit.

Na tabela 3, é feita uma análise de custo mostrando a vantagem econômica ao se utilizar o BIM, especificamente por meio da modelagem 3D no quantitativo de concreto estrutural.

| Projeção para todo projeto na concretagem (IVC=12,5%) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Volume de concreto (m³) | | Volume de concreto excedente (m³) | Custo do concreto excedente (R$) | Nº Caminhões betoneira excedentes |
| REVIT | DWG | | | |
| 2348,98 | 2630,86 | 281,88 | 76.466,16 | 35 |

Tabela 3 – Projeção para todo projeto na concretagem.

Conclui-se das tabelas 2 e 3 que, caso todo o levantamento de material concreto fosse feito no Revit, a empresa economizaria aproximadamente R$ 76.466. Por outro lado, se a empresa mantivesse a maneira tradicional (CAD) de fazer os levantamentos de materiais, por meio plantas 2D, seria requisitado um total de 687,24 m² de fôrma a mais que o necessário. Vale ressaltar, no entanto, que esta análise preliminar não levou em consideração economia de HH dos operários nem possível correção dos quantitativos ao longo da obra baseada no contexto empírico, porém indica uma alta capacidade que o BIM pode impactar nas estimativas de custo de um empreendimento.

Além disso, foi feita uma análise comparativa do quantitativo planejado em BIM com a quantidade de material fornecida na obra. Nesta análise, levou-se em consideração apenas o volume de concreto necessário para a concretagem de toda a laje do G1 (primeiro andar de garagem), 10 pilares neste piso e a escada do mezzanino ao G1. Na construção, foi executado o volume de concreto de 121,5 m³, o que representa um erro de 0,5 %

do estimado pelo Revit (122,10 m³) sem considerar a perda. Portanto, duas observações podem ser feitas: a equipe de obra realizou um bom trabalho executando o projeto com exatidão sem desperdícios e o quantitativo do Revit em BIM apresenta alto índice de confiabilidade.

De maneira análoga, foi realizada outra análise comparativa entre executado e planejado. Dessa vez, levantou-se, em m³, o número necessário de concreto para todas os pilares que vão do G1 ao G2, além de todas as vigas e lajes do G2. Para este caso, obteve-se um valor de 133,5m³, segundo o quantitativo em BIM, levando em consideração 5% de perda. No entanto, ao final da concretagem, observou-se a falta de 2 m³ de concreto.

Inicialmente, pensava-se que a falta de concreto havia sido por conta de um erro de levantamento no próprio Revit, porém, a partir de uma análise mais profunda com o uso do mapa de concretagem da obra, constatou-se que na verdade a empresa responsável pelo fornecimento de concreto enviou menos material que o requisitado. Observa-se, portanto, que a metodologia de gestão de projetos em BIM favorece não somente os custos como também a qualidade na construção civil, permitindo analisar qualitativamente a produtividade da mão de obra e o fornecimento de material.

### 4.3 Compatibilização em BIM

Além do impacto positivo no pedido de materiais, a implementação inicial do BIM gerou consequências também na qualidade dos projetos executivos. Na compatibilização de projetos entre disciplinas, foram identificadas diversas incongruências que caso não fossem previamente resolvidas, causaria transtornos, retrabalhos e sobre consumo de HH na obra. Vale ressaltar que a compatibilização em BIM permite a identificação de erros com maior precisão da aquela feita da maneira tradicional CAD.

Para realização da compatibilização no modelo federado, foi utilizada a ferramenta computacional Navisworks 2018 da Autodesk. Utilizando a funcionalidade de verificação de interferência, foi possível identificar elementos que ocupam o mesmo espaço físico ou que estão demasiadamente próximos. Nesta linha de raciocínio, foram realizados três testes de compatibilização: entre Arquitetura e Estruturas; entre Arquitetura e Instalações; e entre Estruturas e Instalações.

Utilizando uma tolerância de 5 cm para interferências físicas, foram identificados 76 conflitos na primeira checagem. Vale ressaltar que algumas incoerências eram resultantes de erros de modelagens e não problemas técnicos de projeto. Em sequência, todas as incoerências foram analisadas para determinação de sua relevância, por exemplo na Figura 3 é ilustrado um conflito entre a esquadria da porta com uma viga estrutural.

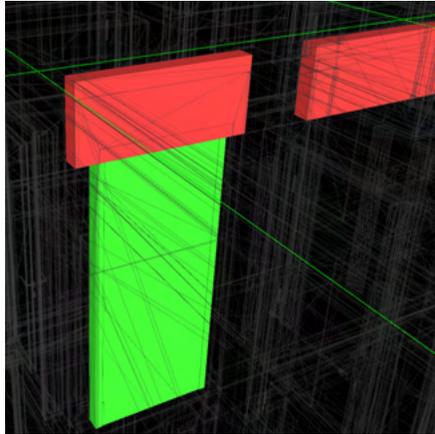



Figura 2 – Conflito entre porta e viga identificado pela compatibilização em BIM.

Neste tipo de incompatibilidade, é preciso comunicar aos projetistas responsáveis para correção do projeto executivo, evitando assim a propagação do erro na obra. Desta forma, apesar de não ser fácil calcular numericamente qual a economia desta previsão e antecipação de erros, é possível concluir que houve economia de HH na obra, principalmente devido à redução de retrabalhos e transtornos.

A seguir, estão listadas outras incoerências de projeto identificadas a partir do modelo federado na etapa de compatibilização:

a) Vãos de elevadores maiores no projeto arquitetônico em relação ao estrutural;

b) Vagas de estacionamento locadas onde tem pilar;

c) Varanda comum para dois apartamentos;

d) Pilar passando no meio de janela;

e) Entre outros.

## 5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse sentido, a implementação parcial da gestão de projetos em BIM na cultura organizacional e estratégica da construtora rapidamente retornou impactos positivos no empreendimento. Foram constatados: redução de erros nos pedidos de materiais, aumento da qualidade de execução dos serviços, maior controle de qualidade no recebimento de materiais, previsão e antecipação de erros que iriam para a obra, identificação de erros conceituais de projeto, economia de HH com engenheiro e operários na construção, entre outros.

Numericamente, a economia com o levantamento de material de concreto foi a única possível de mensurar (R$ 76.466,16) e já revelou ser suficiente para adoção da metodologia

nos demais empreendimentos. No entanto, vale ressaltar que apesar de outras economias não terem sido mensuradas, como a redução de consumo de HH, elas representam uma economia relevante e, com isso, mais um fator positivo para adoção do BIM.

Sendo assim, apesar do máximo esforço no aprofundamento ao tema, não foi possível esgotá-lo. Desta forma, como sugestão para futuros trabalhos recomenda-se um estudo mais aprofundado em relação às economias geradas com redução de HH, devido a previsão erros e imprevistos na obra. Para tanto, é imprescindível o acompanhamento da obra alinhada com a evolução do modelo virtual, que também pode ser atualizado e aperfeiçoado.

## REFERÊNCIAS


ABANDA, F. H.; VIDALAKIS, C.; OTI, A. H.; TAH, J. H. M. **A critical analysis of building information modelling systems used in construction projects**. Advances in Engineering Software v. 90, p. 183-201, 2015.

AVILA, T. C. F.; **Gestão de projetos na construção civil - avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado Em Engenharia Civil, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, p.14, 2010.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, INC., Hoboken, 2 ed., 2011.

GHAFFARIANHOSEINI, A.; TOOKEY J.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; NAISMITH N.; AZHAR S.; EFIMOVA, O.; RAAHEMIFAR, K. **Building information modelling (BIM) uptake: clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges.** Renewable and Sustainable Energy Reviews v. 75, p. 1046-1053, 2017.

LAAKSO, M.; KIVINIEMI, A. **The IFC standard - A review of history, development, and standardization**. Journal of Information Technology v. 17, p. 134-161, 2012.

MIGILINSKAS, D.; POPOV V.; JUOCEVICIUS, V.; USTINOVICHIUS, L. **The benefits, obstacles and problems of practical BIM implementation**. Procedia Engineering v. 57, p.767-774, 2013.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National BIM standard (NBIMS)** - United States. 3 ed., 2015.

PAIVA, M. P.; CAMPOS, A. M. R.; QUEIROZ, W. R. M. **BIM - Building Information Construction: revisão de literatura.** VII Congresso Brasileiro De Engenharia De Produção. Paraná, 2017.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Atlanta: Editora Saraiva 5 ed., 2013.

# CAPÍTULO 8

# METODOLOGIA PBL EM PROJETO DE MONITORAMENTO INDUSTRIAL DA ÁGUA

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Data de submissão: 08/11/2021*

**Waldemar Bonventi Jr**
Fatec Sorocaba – FaculdadedeTecnologia José Crespo Gonzales
Sorocaba-SP
http://lattes.cnpq.br/6670415043859211

**Samuel Mendes Franco**
Fatec Sorocaba–Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales
Sorocaba-SP
http://lattes.cnpq.br/6948101309967780

**Norberto Aranha**
ProcessosTecnológicoseAmbientais– pta.uniso.br–Universidade de Sorocaba
Sorocaba-SP
http://lattes.cnpq.br/1908333432529833

**RESUMO:** Apresenta-se uma proposta de Metodologia Ativa utilizando PBLpara o ensino tecnológico prático, na disciplina "CAE – Fluidos e Energia" do 4º período do curso de Manufatura Avançada da Fatec de Sorocaba. O objetivofoi projetar e desenvolver um protótipo de baixo custo em baixa escala quecontrole e monitore o consumo de água simulando uma instalação industrial,utilizando componentes de micro eletrônica(plataformaArduino,bombadeaquário, sensor de fluxo e módulo de transmissão *WiFi*). Conclui-se que aabordagem realizada foi factível e que os objetivos ensejados na aplicação doPBL foram alcançados, mesmo com a impossibilidade de utilizar laboratório, o aproveitamento dos estudantes foi muito satisfatório.

## PBL METHODOLOGY IN PROJECT OF INDUSTRIAL WATER MONITORING

**ABSTRACT:** A proposal for an Active Methodology using PBL for practicaltechnological teaching is presented, in the discipline "CAE – Fluids and Energy"of the 4th period of the Advanced Manufacturing course at Fatec de Sorocaba.The objective was to design and develop a low-cost, small-scale prototype thatcontrols and monitors water consumption by simulating an industrial installation, using micro electronic components (Arduinoplatform,aquariumpump,flowsensor and WiFi transmission module). It is concluded that the approach taken was feasible and that the objectives pursued in the application of PBL were achieved, even with the impossibility of using a laboratory, the students' achievement was very satisfactory.

**KEYWORDS:** Problem Based Learning; Industrial Water Control and Monitoring; Prototype Development

## 1 I INTRODUÇÃO

Um dos requisitos muito discutidos atualmente é a inserção do estudante como ente ativo no aprendizado. Neste contexto, têm sido propostas as Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem, em que uma das mais discutidas é a *Problem Based Learning* – PBL (LEAL, MIRANDA, CASANOVA, 2017). O período em que o estudante se gradua em Tecnologia é uma

grande oportunidade para praticar esse processo de percepção de problemas, proposta e implementação de soluções, mediado pelo professor, cujo papel no ambiente ensino-aprendizado se torna mais importante.

Neste trabalho aqui apresenta-se uma proposta de Metodologia Ativa utilizando PBL com o desenvolvimento de um protótipo em escala reduzida para monitoramento do consumo de água. Tal proposta se mostra muito pertinente no momento, sobretudo com o sancionamento do projeto de lei sobre o Marco Legal do Saneamento Básico (BRASIL, 2020) no qual a iniciativa privada participará na prestação de serviços de saneamento. É crucial a responsabilidade das empresas, notadamente as indústrias, que têm na água um dos insumos essenciais para o desenvolvimento dos seus processos produtivos. Em um estudo de caso recente, houve a redução de até 70% do consumo de água em um processo que a deixa contaminada com metais (FAUSTINO, 2016). Assim, a educação tecnológica permeia não apenas o domínio das habilidades exigidas para o futuro tecnólogo, mas também as questões de sustentabilidade ambiental.

## Objetivo das aulas e competências desenvolvidas

Na disciplina "CAE – Fluidos e Energia" do 4º período do curso de Manufatura Avançada na Fatec Sorocaba, além do domínio técnico dos conceitos de Mecânica dos Fluidos, pensou-se em um projeto que integrou conhecimentos prévios abordados nos períodos anteriores do curso com a questão do monitoramento e controle do uso da água, mostrado na seção a seguir. No desenvolvimento deste projeto, procurou-se colocar o problema, indicar soluções e discutir as tecnologias envolvidas bem como sua implementação, sob a ótica do PBL.

Aqui relatamos um conjunto de aulas que se estendeu por todo o semestre, uma vez que se trata do desenvolvimento de um projeto aplicando metodologia PBL, com o objetivo de resolver um problema no contexto do curso.

Os objetivos de aprendizagem pretendidos são:

- delinear um problema;
- discutir e propor soluções;
- delinear os métodos para solucionar o problema;
- documentar as etapas da solução encontrada;
- discutir variantes da solução;
- contextualizar o problema e a solução em uma escala maior, ou seja, a partir da solução encontrada e desenvolvida na escala do laboratório (protótipo), conseguir compreender a solução em escala industrial.

## 2 | METODOLOGIA ATIVA UTILIZADA E SUA JUSTIFICATIVA

São apresentados os procedimentos metodológicos de aplicação do PBL e do desenvolvimento do protótipo.

### Aplicação do PBL

**Fase 1. Apresentação do problema.** “Como propor um sistema de controle de bombeamento de água, monitorando seu consumo?”. Foi apresentada aos estudantes a contextualização de um ambiente industrial, ressaltando que a água é um insumo para alguns processos industriais e o controle do seu uso também é uma questão muito importante. Foi apresentado o exemplo de um processo industrial que utiliza grandes quantidades de água (FAUSTINO, 2016) e a discussão do seu reaproveitamento.

**Fase 2. Análise do problema com conhecimentos prévios.** A turma foi dividida em equipes, para que cada uma pudesse desenvolver o protótipo com particularidades próprias. Após uma discussão preliminar, as equipes decidiram as tecnologias necessárias para a construção de um protótipo de baixo custo e pequena escala. O protótipo foi constituído de:

a Bomba de pequeno porte, usada em aquário. Poderiam ser utilizados tanto os modelos de corrente alternada, ligando diretamente em uma tomada 110V quanto os de corrente contínua de baixa tensão (6V, 9V, 12V) Esta discussão incluiu os conhecimentos da disciplina Máquinas e Acionamentos Elétricos do mesmo 4º período.

b Sistema de controle de velocidade da bomba. Utilizando eletrônica portável e a plataforma Arduino, a partir dos conhecimentos obtidos nas disciplinas Lógica de Programação para Arduíno (1º período) e Instrumentação e Medidas Elétricas (2º período).

c Sistema de envio de dados monitorados por comunicação sem fio. Envolveu os conhecimentos abordados nas disciplinas Internet das Coisas (3º período) e Nuvem (mesmo 4º período).

**Fase 3. Fontes de pesquisa**. Utilizando principalmente a Internet, os estudantes elencaram os dispositivos compatíveis com a plataforma Arduino e com o porte da bomba escolhida que atendem os requisitos do projeto discutidos na fase anterior. Foram obtidos exemplos de aplicação de cada um deles, descrição técnica (*datasheets*), custos de aquisição e ferramentas necessárias para a montagem do protótipo, incluindo software para a programação do sistema de controle. Propostas de projetos foram discutidas e apresentadas pelas equipes de estudantes.

**Fase 4. Discussão.** Com as aulas teóricas da disciplina de fluidos, discutiu-se o que se espera deste sistema, como: quais as capacidades deste protótipo (porte)? Quais as grandezas envolvidas e unidades de medida empregadas?Foi aplicada uma avaliação

teórica conceitual individual à turma sobre estes conceitos.

**Fase 5. Implementação.** Foi obtido um consenso de que o projeto deveria ser desenvolvido em três etapas:

1- Sistema de controle de velocidade da bomba, incluindo a eletrônica envolvida e a programação do microcontrolador.

2- Interligação com os reservatórios e dutos de água, incluindo os sensores de pressão e vazão e a leitura dos dados dos sensores.

3- Inclusão dos sistemas de coleta e transmissão de dados, a partir dos sensores e inclusão dos dispositivos de transmissão sem fio. Dentre as tecnologias discutidas – *Bluetooth* e *WiFi* – decidiu-se por esta última para facilitar a integração com os sistemas de Redes de Computadores existentes em uma planta industrial.

A vantagem de dividir o desenvolvimento em etapas possibilitou que as equipes pudessem adquirir o material (conforme já citado, de baixo custo) de forma gradativa, o suficiente apenas para concluir uma etapa, antes de adquirir os materiais necessários à etapa seguinte.

Foram apresentados, pelas equipes, os esboços do projeto na forma de esquemas. Um dos grupos apresentou inclusive um esboço à mão livre, o qual o professor decidiu considerar, pois apresentava solução válida. Na Figura 1, o esboço aprimorado pelo professor. Em seguida, como devolutiva, foi solicitado às equipes que utilizassem um *software* para projetos eletrônicos, sendo utilizados o TinkerCad (2020) e o Fritzing (2020). Embora cada equipe produzisse o seu próprio layout, a Figura 2 mostra o esquema do projeto elaborado no programa Fritzing.

## 3 | MATERIAIS UTILIZADOS E EXECUÇÃO DO PROJETO

As fases do projeto foram discutidas em aula. As equipes selecionaram os componentes e realizar cotações de preço, em seguida, adquiriram os componentes para montagem experimental.

### Etapa 1. Sistema de controle de velocidade da bomba

Escolheu-se um projeto baseado em controle por pulsos modulados pela largura (PWM) que são gerados por uma porta digital do Arduino (QUETE, 2014). Como a potência requerida pela bomba incorria no risco de queima do Arduino, optou-se por um transistor TIP122 de multiplicação de potência, a qual era enviada para a bomba diretamente de uma fonte de saída 12 V / 500 mA, conectada à tomada de 110 V, de modo proporcional à corrente enviada à base do transistor. O esquema eletrônico da etapa 1 pode ser observado na Figura 3.

Outra intervenção realizada pelo professor foi providenciar figuras dos componentes eletrônicos utilizados. Nesta fase, algumas aulas expositivas foram necessárias para que os

estudantes pudessem construir uma conexão mental entre o mundo real dos componentes e suas ligações com o esquema eletrônico apresentado na Figura 3, assim como os componentes utilizados. Ainda foi necessária uma aula expositiva para explicar o processo de controle da bomba por sinal PWM *(Pulse Width Modulation)* (Figura 4).

### Etapa 2. Sensoriamento do fluxo (vazão) e potência da bomba

Após algumas pesquisas realizadas pelos estudantes dentre os diversos tipos de sensores para aplicação em protótipos de pequeno porte, o sensor de fluxo mais indicado foi o de conexão ½" (Figura 5), simples de instalar. Seus três fios apresentam as funções de aterramento (preto), alimentação 5V (vermelho) e envio de sinal (amarelo).

Figura 1 - esboço do projeto como discutido em aula no Fritzing.

Figura 2 - esquema do projeto.

O sensor de corrente é inserido no caminho elétrico entre a saída do transistor de controle TIP122 e a bomba, no esquema da Figura 3 entre o diodo e o capacitor. Tal sensor também funciona com três fios de uma maneira similar ao de fluxo. A potência *P* neste caso é calculada pela expressão (1):

$$P = V \cdot (\text{duty_cicle}) \cdot I \qquad (2)$$

em que V = 12 V é a tensão fornecida pela fonte, *duty cicle* (0 – 100%) é a largura do pulso PWM, controlada pelo potenciômetro e fornecida pelo transistor e I é a corrente medida pelo sensor.

Figura 3 - esquema elétrico do controle do motor da bomba.

Fonte: https://www.taringa.net/+hazlo_tu_mismo/arduino-motor-de-12v-con-control-de-velocidad_ibf6h.

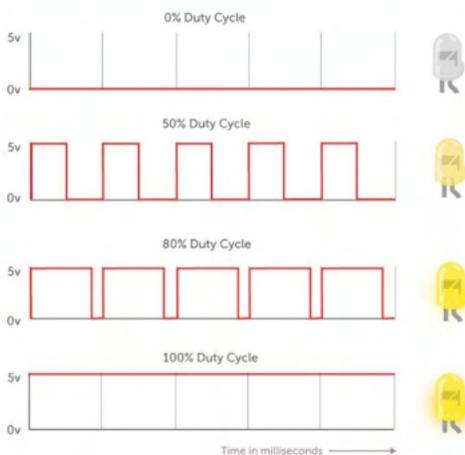



Figura 4 - ilustração didática do sinal PWM.

Figura 5 - sensor de fluxo (vazão) de

Fonte: https://www.pubnub.com/wp-content/uploads/2015/07/pwm1.png.

## Etapa 3. Transmissão sem fio

A fim de simular melhor um ambiente industrial, dentre as tecnologias de transmissão bem acessíveis, Bluetooth e WiFi, foi escolhida esta, a fim de ealizar a integração com computadores e a Internet. O módulo escolhido para a transmissão sem fio foi o ESP8266, cujas conexões estão esquematizadas na Figura 2. O projeto de instalação, programação e transmissão dos dados foi baseado em Oliveira (2019), com algumas modificações e simplificações propostas pelo professor, a fim de minimizar custos e manter a funcionalidade.

## 4 | AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

As avaliações foram realizadas em duas dimensões:

1 individual, sobre os conceitos de fluidos e sistemas elétricos;

2 em grupo, com o desenvolvimento do projeto pelas equipes.

A primeira dimensão foi avaliada por meio de um questionário de múltipla escolha utilizando a ferramenta *Forms* e entrega do esquema elétrico no TinkerCad ou Fritzing. A segunda foi por meio de fotos ou vídeos, porém nem todos conseguiram finalizar.

## 5 | RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os ganhos de aprendizagem obtidos em cada etapa do projeto.

**Resultados da avaliação teórica realizada na Fase 4 do PBL (acima).** Aplicando-se 10 questões de múltipla escolha (V ou F). A turma de 15 estudantes obteve nota média 7,8 com desvio padrão 0,9.

**Etapa 1.** Toda a montagem foi realizada passo-a-passo sendo filmada com uma webcam e cada componente teve sua função descrita na aula. Na Figura 6 o programa feito para execução no microcontrolador do Arduino e na Figura 7 um instantâneo da transmissão realizada via *Microsoft Teams,* demonstrando a conclusão desta etapa.

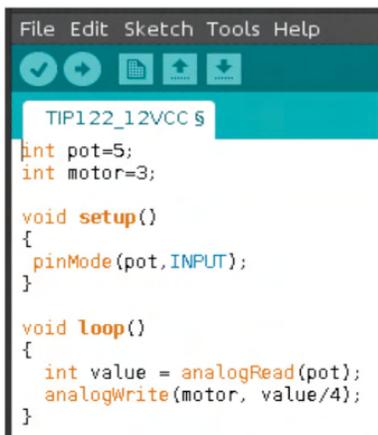
**Etapa 2.** A instalação do sensor de fluxo foi feita utilizando-se adaptadores para purificadores de água e mangueiras transparentes de 6 mm de diâmetro. O sensor de fluxo foi posicionado conforme o esquema esboçado na Figura 1. Na Figura 8 observa-se o funcionamento do sistema com o monitoramento da vazão de água no recipiente, exibido em um terminal de dados do Arduino e transmitido em aula usando o *Microsoft Teams.* A medida da potência consumida pela bomba seria feita por um sensor de corrente posicionado no protótipo conforme esboçado na parte central da Figura 1. No entanto, devido à proximidade do final do semestre letivo, esta medida não foi realizada pelo professor (que seria mostrada à distância, como nas etapas anteriores). Sendo assim, em consenso com a turma, foi decidido discutir a Etapa 3 do projeto, a transmissão dos dados coletados por um módulo sem fio.

**Etapa 3.** A implementação da comunicação de dados foi realizada por meio de transmissão sem fio utilizando a tecnologia *Bluetooth.* Para isto, foi acrescentada uma plaquinha de transmissão que foi conectada com fios ao Arduino para receber os dados gerados pelo sensor de fluxo e enviar a um *smartphone* à distância.

No entanto, para possibilitar que os estudantes implementassem por conta própria a transmissão de dados de fluxo da água, foram demonstradas em aula a configuração e programação da placa Bluetooth para receber e transmitir outros tipos de dados. O professor montou outro sistema contendo um sensor de temperatura e outro de luminosidade,

acrescentando um led para sinalizar um evento (luminosidade insuficiente). Esta aparente divergência do projeto final teve dois propósitos:

1 deixar os estudantes implementarem a etapa 3 por conta própria;

2 mostrar outras possibilidades de sensoriamento de equipamentos industriais e monitoramento à distância, por isso a escolha dos sensores citados.

```
File  Edit  Sketch  Tools  Help
TIP122_12VCC §
int pot=5;
int motor=3;

void setup()
{
 pinMode(pot,INPUT);
}

void loop()
{
  int value = analogRead(pot);
  analogWrite(motor, value/4);
}
```

Figura 6 - programação do controle do motor.

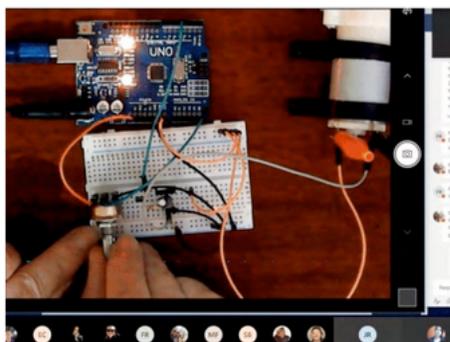



Figura 7 - controle de velocidade da bomba.

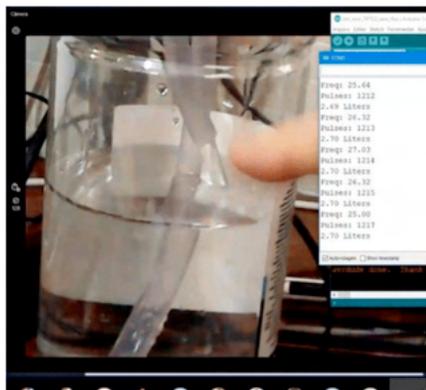



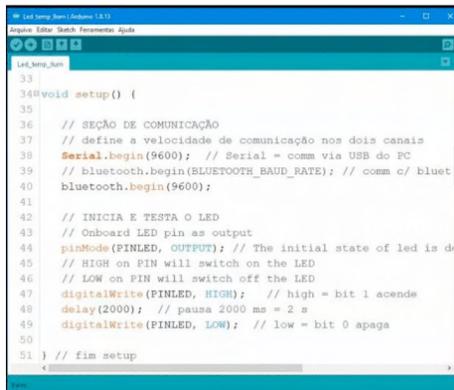
Figura 8 - sistema em funcionamento.

```
33
34 void setup() {
35
36   // SEÇÃO DE COMUNICAÇÃO
37   // define a velocidade de comunicação nos dois canais
38   Serial.begin(9600);  // Serial = comm via USB do PC
39   // bluetooth.begin(BLUETOOTH_BAUD_RATE); // comm c/ bluet
40   bluetooth.begin(9600);
41
42   // INICIA E TESTA O LED
43   // Onboard LED pin as output
44   pinMode(PINLED, OUTPUT); // The initial state of led is d
45   // HIGH on PIN will switch on the LED
46   // LOW on PIN will switch off the LED
47   digitalWrite(PINLED, HIGH);   // high = bit 1 acende
48   delay(2000);  // pausa 2000 ms = 2 s
49   digitalWrite(PINLED, LOW);  // low = bit 0 apaga
50
51 } // fim setup
```

Figura 9 - programação da comunicação de dados.

Na Figura 10 a implementação citada. No *smartphone* foi instalado o programa *Serial Bluetooth,* disponível gratuitamente na plataforma Android para receber os dados. Nesta mesma figura, observa-se o smartphone (à esquerda) recebendo os mesmos dados mostrados no monitor serial existente no ambiente de programação do Arduino (à direita).

Com isto, nesta disciplina ao longo do semestre, foi possível agregar conceitos de outras disciplinas, como sistemas elétricos, programação de sistemas, mecânica dos fluidos e comunicação industrial, além do aprendizado propiciado pelo problema proposto, monitorar o consumo de água.

### Dificuldades encontradas

Embora os estudantes tenham demonstrado grande interesse em participar do projeto neste formato, houve dificuldades em acompanhar e reproduzir alguns detalhes simples da implementação, que normalmente são resolvidos em laboratório diante do professor ou técnico instrutor (auxiliar docente).

Outra dificuldade foi devida à compra dos dispositivos pelas equipes, uma vez que o laboratório não tinha os componentes necessários.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A turma mostrou-se bem madura e proativa, facilitando o trabalho de intermediação do professor. Os estudantes, embora estivessem no mesmo período do curso, tinham níveis de conhecimento e vivência diferenciados, mas isso estimulou bastante as discussões e a troca de conhecimentos. Foi percebida uma intensa socialização que estimulou também os mais tímidos. Os benefícios do trabalho em equipe com o entrosamento requerido ficaram bem evidentes. O professor também precisou se atualizar, em face aos questionamentos e tecnologias pesquisadas pelos estudantes. Ressaltamos que as soluções apresentadas nas figuras mostradas não foram únicas, com ligeiras variações entre as equipes (exceto a programação, que teve de ser instruída pelo professor, uma vez que os componentes eletrônicos necessitaram tal programação específica).

Entende-se que o resultado mais importante foi a demonstração, por meio de um protótipo, de um ambiente industrial, onde um processo de utilização da água foi controlado e remotamente monitorado. Isso propiciou a integração pesquisa – universidade – empresa, por meio de um problema real trazido à discussão e busca de soluções.

Constatou-se que a evolução da disciplina ao longo do semestre com a metodologia PBL é perfeitamente factível, sendo possível alcançar os resultados esperados. A interrupção das atividades devido à pandemia, com a consequente transição das aulas totalmente presenciais (incluindo laboratório) para aulas virtuais, consumiu um tempo extra para a devida adaptação do professor e dos estudantes à nova plataforma.

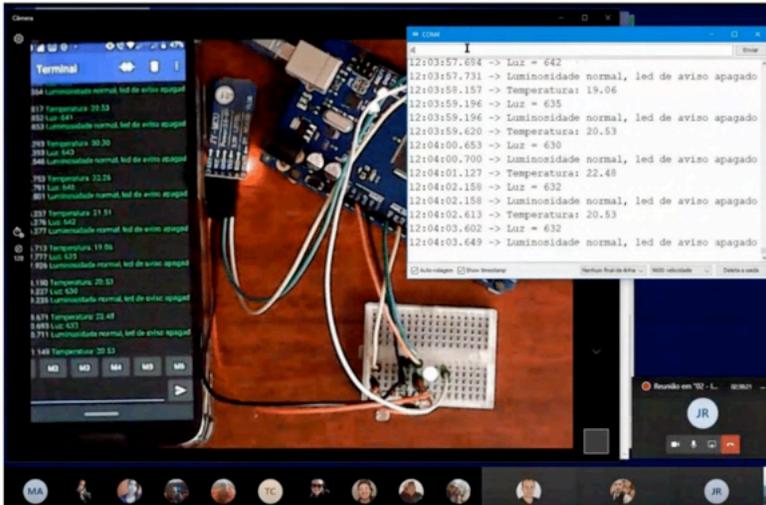



Figura 10 - dados sendo enviados ao smartphone.

Conclui-se que a metodologia PBL se adequa muito bem como instrumento a ser aplicado em disciplina afim de cursos superiores de tecnologia. O projeto proposto visou sua aplicação em um ambiente industrial, por meio do desenvolvimento de um protótipo em menor escala e de baixo custo. Com isso, foram contornados o problema de custo de implantação de um laboratório equivalente e, principalmente, o distanciamento social a que a pandemia forçou, uma vez que o funcionamento do protótipo foi demonstrado pelo professor com uma *webcam* portátil, baseado no projeto discutido previamente com os estudantes.

## AGRADECIMENTOS

Aos estudantes que participaram deste projeto, turma do 4º semestre do curso, ao entender o momento que vivemos com a aplicação de uma atividade específica de laboratório transformada em aula remota, em que eles colaboraram adquirindo os dispositivos de baixo custo e reproduziram o protótipo em seus locais onde acompanhavam as aulas.

## REFERÊNCIAS

Brasil. Governo Federal. **Presidente da República sanciona novo Marco Legal do Saneamento Básico. 2020.** Disponível em https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/julho/presidente-da- republica-sanciona-novo-marco-legal-do-saneamento-basico. Acesso em junho de 2020.

FAUSTINO, Diogo Luis. **A contribuição do fluxo de valor para a redução de custos e resíduos industriais.** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional) Processos Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, 2016.

FRITZING: **Electronics Made Easy.** Disponível em https://fritzing.org/learning/get-started/. Acesso em setembro de 2020.

LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASANOVA, S. P. de C. **Revolucionando a Sala de Aula: Como Envolver o Estudante Aplicando as Técnicas de Metodologias Ativas de Aprendizagem.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

OLIVEIRA, E. **Simplificando a conexão entre o Módulo WiFi ESP8266 ESP- 01 e o Arduino.** [S. l.]: Master Walker Eletronic Shop, 2019. Disponível em: https://blogmasterwalkershop.com.br/ embarcados/esp8266/simplificando-a- conexao-entre-o-modulo-wifi-esp8266-esp-01-e-o-arduino/. Acesso em: 17 jun. 2020.

QUETE, N., **Arduino – Motor de 12v con Control de Velocidad.** 2013. Disponível em https://www.taringa.net/+hazlo_tu_mismo/arduino-motor-de-12v- con-control-de-velocidad_ ibf6h. Acesso em fevereiro de 2020.

TINKERCAD. **From Mind to Design in Minutes.** Disponível em: https://www.tinkercad.com/. Acesso em setembro de 2020.

# CAPÍTULO 9

# NO TEJIDO ELABORADO CON CHIENGORA –PELO DE PERRO- PARA PLANTILLAS DE CALZADO ANTIBACTERIAL

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Día de entrega: 08/10/2021*

**Josefina Graciela Contreras García**
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Textil
Ciudad de México, México
https://orcid.org/0000-0003-2266-2470

**Carlos Alberto López Gómez**
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Textil
Ciudad de México, México
https://orcid.org/0000-0002-7671-7951

**RESUMEN:** En este artículo se presentan los resultados del análisis y aplicación de la Chiengora en la elaboración de plantillas para calzado. Actualmente en México al pelo de perro no se le da un uso industrial específico, siendo considerado un desperdicio orgánico más, aunque por sus propiedades y características como son su longitud, finura, rizado, forma, etc. se clasifica como una fibra textil proteica natural no convencional, la cual al ser lavada con una solución natural de Yuca (Manihot Esculenta Crantz) queda libre de cualquier microorganismo patógeno que pudiera afectar la salud del ser humano, además por su estructura, presenta una excelente capacidad de enfieltramiento, lo que permite la formación de napas al lavarlo, secarlo, cardarlo y presionarlo, por lo que es posible elaborar materiales no tejidos punzonados para ser usados en diferentes aplicaciones con resultados satisfactorios, como es la manufactura de plantillas para calzado ignífugas, económicas y biodegradables.

**PALABRAS CLAVE:** Chiengora, enfieltrado, napa, no tejido punzonado.

## NON WOVEN MADE WITH CHIENGORA-DOG HAIR-FOR ANTIBACTERIAL SHOE INSOLE

ABSTRACT: In this article we are present results of analysis and aplication of Chiengora in shoe insole. Currently in Mexico city, dog hair is considered trash without any industrial application, althought Chiengora is classified like a non conventional proteic natural fiber, because it has very good properties and characteristics as lenght, shape, curly, fineness, etc. When it is washed with a solution of Yuca (Manihot Esculenta Crantz) it is complete clean of any pathogenic microorganism that could affect human health, besides dog hair has a scaled structure can be felted to form veils when it is washed, dried, carded and pushed, that is why , is possible made needlepunch non woven to be used in some different applications for example shoe insoles, that can be economic, biodegradable and non ignited.

**KEYWORDS:** Chiengora, felted, veil, needle punch non woven.

## 1 I INTRODUCCIÓN

El pelo de perro desechado diariamente por las veterinarias, estéticas y hogares de México se puede considerar como un problema latente debido a su acumulamiento en tiraderos

y alcantarillas por tiempo indeterminado, ya que aunque se sabe que es un material biodegradable, no se cuenta con registros claros sobre su tiempo de degradación y al no ser tratado adecuadamente puede generar infecciones a la población tales como: endocarditis, osteomielitis, infecciones en el tracto urinario, meningitis, etc., esto debido a los microorganismos que pueden vivir en él (CASTELLANOS, L. et ál.,2011) Por lo que resulta de gran relevancia buscar posibles aplicaciones del mismo. Aunque se tiene información de su uso en la producción de hilo para fabricar tejidos de punto en diferentes países como Francia y Estados Unidos, el pelo es clasificado de acuerdo a la raza de procedencia cuidando su finura y longitud, siendo una tarea complicada, lenta y costosa. (CROLIUS,K. y BLACK, A., 1997)

El pelo de perro es una fibra proteica natural con características similares a las lanas de cabra u oveja, que posee ventajas considerables con respecto a ellas, como lo es su fácil y económica obtención ya que puede ser recolectada por cepillado o por corte, su proceso de lavado es menos contaminante porque no se requiere una gran cantidad de agua ni químicos para un lavado exhaustivo debido a que no posee una cantidad considerable de sebo en su superficie (GREER, S. et ál.,2003), por lo que pueden ser usados detergentes naturales biodegradables como lo son algunas raíces de plantas saponificadoras con una buena efectividad para eliminar suciedad (CHEN,C.J.et ál.,2011) y bacterias comunes como son la Esterichia coli, Salmonella s.p. y Coliformes lo que la convierte en un material seguro para ser usado por el ser humano. Por su estructura escamosa permite el enfieltrado que facilita la formación de no tejidos(ASTM D123-19), en los cuales no es necesaria la clasificación del pelo, a menos que se requiera un color en especial, por lo que es posible darle uso al pelo de cualquier perro, en la producción de napas de diferentes espesores útiles en diferentes industrias (PFRETZSCHNER J. et ál.,2001), como es el caso de la producción de plantillas para calzado, que actualmente son elaboradas con materiales sintéticos, regenerados o pieles de ganado, cuyo proceso de obtención es altamente contaminante (YICK, KL y TSE, CY.,2013).

## 2 | MÉTODOS

### Metodología para realizar análisis textil

**Recolección:** Se realizó la colecta de la Chiengora en cinco diferentes estéticas caninas de la ciudad de México obtenida mediante corte, así como de donaciones caseras en donde fue recolectada por cepillado, la cual no es clasificada ni tratada previamente. Se pesó obteniendo un total de 800 gramos.

**Lavado:** se hace de forma manual utilizando una solución natural de Manihot esculenta Crantz , conocida como yuca (CHEN,C.J.et ál.,2011), la cual ha sido usada para el lavado de textiles como la lana de oveja. Para elaborar el champú, se lava la raíz y se corta en pedazos finos, a 1litro de agua se le agregan 330 gramos de yuca y se hierve

por 15 minutos, se determina su PH 8.2,  se deja enfriar y con esta solución se lava la Chiengora. (Figura 1)

**Secado:** se realiza al aire libre sin exprimir previamente.

Figura 1. Lavado de Chiengora con solución de yuca.

Se tomaron 100g de fibra lavada para realizar su análisis en el laboratorio de pruebas físicas de la Escuela Superior de Ingeniería Textil, el cual está acondicionado a una temperatura de 21±1°C y a una humedad relativa del 65±2%. (ASTM D1776-20)

**Longitud de fibra (L)**, se determina ubicando un conjunto de fibras sobre una tabla de apariencia de 25X25cm, las cuales son extendidas y adheridas sobre la superficie para evitar su movimiento, con una escala graduada en mm se miden un total de 120 especímenes. (ASTM D1575-13).

**Número de rizos (N)**, se determina ubicando un conjunto de fibras sobre una tabla de apariencia de 25X25cm, las cuales son colocadas separada y cuidadosamente, de manera que no se modifique su estructura para realizar el conteo de cada uno de los rizos que se presentan en su superficie, una vez realizado el conteo, la fibra se estira y se mide su longitud en mm con una escala graduada. Esto se realiza a 120 especímenes. (ASTM D3937-12)

**Finura (Dn)**, se determina ubicando un conjunto de fibras sobre una tabla de apariencia de 25X25cm, las cuales son extendidas y adheridas sobre la superficie para evitar su movimiento, con una escala graduada en mm se miden 3 muestras de 100 fibras cada una, las cuales son pesadas en una balanza analítica y se obtiene su finura en Denier según la siguiente expresión (ASTM D1577-07).

$$N=KP/L$$

En donde: K es la constante para Denier que es igual a 9000 m/g

P es el peso en gramos de la muestra

L es la longitud en metros de la muestra

Los datos obtenidos se presentan en la tabla 1.

| Chiengora | | | |
|---|---|---|---|
| N° de mediciones | 120 | 120 | 5 |
| Parámetro | Longitud | Rizos | Finura |
| Unidad | mm | N°/pulgada | Denier |
| Promedio | 38.62 | 2.86 | 9.83 |
| Valor Máximo | 76 | 11 | 10.64 |
| Valor Mínimo | 16 | 1 | 9.11 |
| Desvest | 10.67 | 1.95 | 0.63 |
| C.V. | 27.64 | 68.38 | 6.38 |

Tabla 1. Resultados del análisis de fibras.

**Sección transversal (ST)**, se obtiene al tomar un haz de fibras para hacerlas pasar a través de uno de los orificios de una laminilla perforada y realizar un corte a ras en ambos lados para observar su forma en el microscopio óptico a 40X. (Figura 2) (AATCC 20).

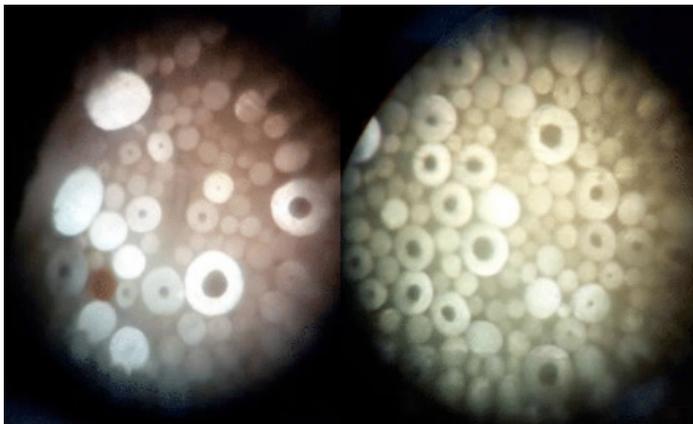



Figura 2. Secciones transversales de dos muestras de Chiengora.

**Sección longitudinal (SL)**, se obtiene al colocar una fibra sobre un portaobjetos agregando una gota de aceite de cedro y cubrirla con un cubreobjetos, para observar su forma en el microscopio óptico a 40X. (Figura 3) (AATCC 20).

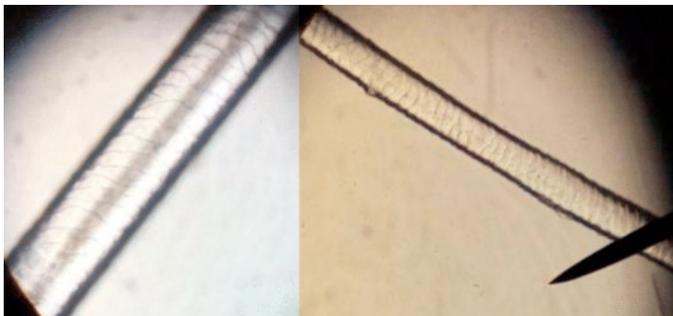



Figura 3. Secciones longitudinales de dos fibras de Chingola con finura diferente.

**Prueba de combustión(C)**, se toma un conjunto de fibras con unas pinzas y se somete al fuego directo generado por un encendedor. La fibra se aleja de la flama antes de encenderse, su combustión es lenta y tiende a apagarse, su olor es característico a queratina quemada. Es una fibra ignífuga. (AATCC 20).

## Metodología para realizar estudio de microorganismos

El objetivo de este estudio es determinar la efectividad del lavado de la Chiengora.

Se realiza en dos muestras de Chiengora, una sucia y otra lavada la determinación de patógenos como son: Coliformes Totales, Salmonella s.p y Escherichia coli, debido a que las bacterias de este grupo se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente,pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, por lo que es necesario asegurar la inocuidad del pelo de perro para desechar cualquier riesgo, que pueda haber en su uso por el ser humano.

Se hace la inoculación por duplicado de cada patógeno a 0.1g de la Chiengora correspondiente en cada una de las cajas de petri, y se verte de 18.0 a 20.0 mL del medio agar bilis rojo violeta (ABRV) fundido y mantenido a 45 ± 1.0°C en baño de agua, se mezcla cuidadosamente el inóculo con el medio y se deja enfriar para que solidifique, agregar una sobrecapa de agar para favorecer el crecimiento de los organismos, una vez solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C, durante 24 ± 2 h. Preparar una caja control con 18.0 a 20.0 mL de medio para verificar la esterilidad. Después de este periodo, contar las colonias con el contador de colonias. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro. Los resultados se presentan en la tabla 2. (NOM- 210-SSA1-2014).

| Microorganismos | Chiengora sin lavar | Chiengora lavada |
|---|---|---|
| Coliformes totales | 21 NMP/g | Menos de 3 NMP/g |
| Salmonella s.p | Ausente | Ausente |
| Escherichia coli | Menos de 3 NMP/g | Menos de 3 NMP/g |
| *NMP /g.- número más probable por gramo | | |

Tabla 2. Resultados de estudio de microorganismos.

## Método para obtener la plantilla para calzado

**Cardado:** una vez seca la fibra se procede a abrirla y cepillarla con ayuda de cardas, con el propósito de paralelizarla y eliminar las fibras más cortas. (Figura 5).

Figura 5. Cardado de la Chiengora.

**Enfieltrado:** la fibra posteriormente se distribuye uniformemente sobre una superficie plana, se presiona y humidifica para ir formando velos, los cuales se van apilando uno sobre otro formando una napa. (Figura 6).

Figura 6. Enfieltrado de la Chiengora

**Punzonado:** la napa de fibras, esta es atravesada con un gancho en toda su superficie para lograr un entrelazamiento mecánico de fibras (MAO, N., 2016), obteniendo

un no tejido, que es cortado en forma de plantilla para calzado.

### Método para caracterizar el no tejido punzonado

**Espesor (E),** el grueso de la napa se obtiene midiendo cinco diferentes zonas con un micrómetro de espesores. (ASTM D5729-97)

**Masa (M),** se cortan 5 especímenes de 100cm2 los cuales son pesados de forma individual en una balanza analítica, y se determina su peso por metro cuadrado. (ASTM D3776 / D3776M-20)

**Número de fibras por sección (F/S),** se cortan 5 cuadros de 30X30mm los cuales son pesados de forma individual en una balanza analítica. Con la longitud promedio de fibra y su denier promedio, se determina el número de fibras contenidas por centímetro cuadrado (Moyo, D. et ál.,2013). Los resultados y estadístico se presentan en la Tabla 3.

| No tejido de Chiengora | | | |
|---|---|---|---|
| N°de mediciones | 5 | 5 | 5 |
| Parámetro<br>Unidad | Masa<br>$g/m^2$ | Espesor<br>mm | Fibras/sección<br>N° fibras por $cm^2$ |
| Promedio<br>Desvest<br>C.V. | 556<br>9.57<br>1.72 | 75.2<br>2.17<br>2.88 | 819.6<br>76.19<br>9.3 |

Tabla 3. Resultados de la evaluación del no tejido.

## 3 I COMENTARIOS FINALES

### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió el pelo de perro como fibra textil proteica para ser usada en la elaboración de no tejidos punzonados, a la cual se le determinaron algunas de sus propiedades físicas que se presentan en la tabla 1, en donde se observa que longitud de fibra tiene una gran diferencia entre su valor máximo de 76mm con respecto al mínimo de 16mm, lo mismo sucede con el número de rizos en donde la variación es de 1 a 11 por pulgada, esto se esperaba, ya que la recolección es por corte y cepillado de diferentes razas perros , mientras que la finura arroja valores muy similares, dando un aproximado de 10 denier , equivalente a 33 micras de diámetro, por lo que puede ser considerada como una fibra gruesa (GREER, S. et ál.,2003). Para la elaboración de no tejidos no es necesario hacer una clasificación estricta de las fibras por longitud, finura y número de rizos como se requiere para la fabricación de hilo que será tejido posteriormente (WULFHORST, B. et ál.,2006 ). El lavado de la Chiengora se realizó con una solución

de yuca, dando buenos resultados en la eliminación de microorganismos patógenos que pudieran causar infecciones al ser humano lo cual se observa en la tabla 2. En las fotografías de su corte transversal y longitudinal se aprecia una gran similitud con las fibras de lana de oveja (AATCC 20), se observa médula en algunas de las fibras más gruesas y las escamas sobre su superficie, las que permiten el enfieltrado natural al ser enganchadas las fibras unas con otras cuando son sometidas a presión y humedad, facilitando la formación de napas no tejidas, al cardar las fibras, extenderlas uniformemente sobre una superficie plana e ir apilando varios velos hasta lograr el espesor deseado de 75mm aproximadamente, el no tejido es punzonado con un gancho en toda su superficie para provocar un mayor entrelazamiento de fibras mejorando la estabilidad del material. El no tejido punzonado se recortó dándole forma de platillas para calzado las cuales serán, económicas, ignífugas y biodegradables, a diferencia de las que se tienen hoy en día hechas de materiales sintéticos, regenerados o de pieles de animales, las cuales son altamente contaminantes, ya sea en su proceso de obtención o bien, por su incapacidad para reintegrarse a la naturaleza (YICK, KL y TSE, CY.,2013).

## CONCLUSIONES

- La Chiengora no debe ser considerada un material de desecho en México, ya que por sus características y propiedades es una fibra textil proteica no convencional que puede ser procesada industrialmente.

- Al lavar la Chiengora con una solución de yuca se logran eliminar los microorganismos patógenos más comunes, que pudieran ocasionar enfermedades al ser humano.

- Para la elaboración de no tejidos con Chiengora no se requiere una clasificación previa de su tipo, longitud y finura.

- Con la Chiengora se forman fácilmente no tejidos punzonados, los cuales pueden ser usados en diferentes aplicaciones dependiendo de su espesor y peso, como pueden ser plantillas para calzado, bajo alfombras, relleno de paneles para paredes y autos, etc.

- La Chiengora es una fibra textil natural económica, de fácil obtención, amigable con el medioambiente y con dificultades mínimas para su procesado.

## REFERENCIAS


AATCC 20-2007 **Fiber Analysis: Qualitative.** Technical Manual, North Carolina 2010, 40-56p.

ASTM D123-19, **Standard Terminology Relating to Textiles,** ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, www.astm.org.

ASTM D1575-13, **Standard Test Method for Fiber Length of Wool in Scoured Wool and in Card Sliver,** ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, www.astm.org.

ASTM D1577-07(2018), **Standard Test Method for Linear Density of Textile Fibers**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org.

ASTM D1577-07(2018), **Standard Test Method for Linear Density of Textile Textiles**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, www.astm.org.

ASTM D3776 / D3776M-20, **Standard Test Methods for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric,** ASTM International, West Conshohocken, PA.

ASTM D3937-12(2018), **Standard Test Method for Crimp Frequency of Manufactured Staple Fibers,** ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org.

ASTM D5729-97, **Standard Test Method for Thickness of Nonwoven Fabrics,** ASTM International, West Conshohocken, PA, 1995, www.astm.org.

CASTELLANOS, I., RODRIGUEZ, G. y SANTOS, R. **Aislamiento e identificación bioquímica de microorganismos bacterianos a partir de infecciones de piel en caninos.** Revista Médica Veterinaria (en línea), consultado el 22 de mayo del 2020.https://doi.org/10.19052/mv.556.

CHEN, C.J., LI, Y., SU, Q.M., QU, L.J. y CHEN, D. **Study on Chemical Compositions of Manihot Esculenta Crantz (M. utilissima Pohl)Stalks.** Advanced Materials Research, 2011. 236–238, 394–398p. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.236-238.394

CROLIUS, K. y MONTGOMERY, A.B. **Knitting with dog hair.** Nueva York, USA: Prensa de San Martín. ISBN 9780312152901.1994

GREER, S., BANKS-LEE, P. y JONES, M. **Physical and mechanical properties of Chiengora fibers**, AATCC Review, Vol.7, No.5. file:///C:/Users/1084303671/Downloads/silo.tips_physical-and-mechanical-properties-of-chiengora-fibers.pdf. Acceso en: Oct. 2021.

MAO, N. **6 - Methods for characterization of nonwoven structure, property, and performance.** Editor: Kellie G., en Woodhead Publishing Series in Textiles, Advances in Technical Nonwovens, 2016. 155-211p. ISBN 9780081005750, https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100575-0.00006-1.

MOYO, D., PATANAIK, A. y ANANDJIWALA, R. **12 - Process control in nonwovens production.** Editor(s): Abhijit Majumdar, Apurba Das, R. Alagirusamy, V.K. Kothari, en Woodhead Publishing Series in Textiles, Process Control in Textile Manufacturing, 2013. 279-299p. ISBN 9780857090270, https://doi.org/10.1533/9780857095633.3.279.

NOM- 210-SSA1-2014 Norma Oficial Mexicana NOM- 210-SSA1-2014 Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

PFRETZSCHNER, J., DE LA COLINA, C. y SIMÓN, F. **Absorbedores acústicos de banda ancha constituidos por materiales con fibras y celulosa.** febrero 12,2020, de Instituto de Acústica Sitio web: http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones_4320gp004.pdf Acceso en: Oct. 2021

YICK, K. L. y TSE, C. **17 - Textiles and other materials for orthopaedic footwear insoles.** Editor: A. Luximon, en Woodhead Publishing Series in Textiles, Handbook of Footwear Design and Manufacture, 2013. 341-371p. ISBN 9780857095398, https://doi.org/10.1533/9780857098795.4.341.

WULFHORST, B., GRIES, T. y VEIT, D. **Principles and machinery for yarn production in Textile technology,** 2006. 74-118p.  Hanser Publications. ISBN 1569903719.

# CAPÍTULO 10

# MODELAGEM DE NEGÓCIO BASEADO EM APLICATIVO PARA AUXILIAR NA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

*Data de aceite: 01/01/2022*
*Fecha de envío: 06/12/2021*

**Walter Castelucci Neto**

**Danilo César Castelucci**

**Silvana de Oliveira Castelucci**
Porto Feliz – SP
http://lattes.cnpq.br/2298833567489332

**RESUMO:** Num cenário onde as rotinas de trabalho têm sido transformadas por tecnologias que visam facilitar o cotidiano dos profissionais e garantir sua competitividade, uma profissão tem evoluído muito pouco em relação aos demais postos de trabalho, as Análises Ergonômicas do Trabalho (AET) ainda têm sido feitas de maneira manual, dificultando muito a atuação dos ergonomistas, principalmente técnicos e engenheiros de segurança do trabalho. Diante deste cenário, problemas referentes à saúde ocupacional são uma verdadeira oportunidade para desenvolvimento de inovações, como aplicativos, softwares e modelos de negócios capazes de superar os entraves enfrentados pelos profissionais da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) possibilitando que eles possam diagnosticar e auxiliar os demais trabalhadores a ter uma rotina ocupacional saudável. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a modelagem de um aplicativo capaz de auxiliar na elaboração das AETs, principalmente na utilização ferramenta NIOSH, com baixo custo, simples utilização e capaz de agregar valor ao usuário com base nas suas funcionalidades. A modelagem foi feita a partir do desenvolvimento do protótipo do aplicativo, que contou com o modelo de negócios “freemium”, em que a versão de entrada não possui custos para o usuário, que tem a opção adquirir outros serviços, dentre eles, outras ferramentas de análise e ter acesso a compra de EPI de maneira on-line em uma loja integrada ao aplicativo. Foram utilizadas ferramentas ágeis de gestão e modelagem de negócios, para fazer um levantamento do perfil dos usuários, desenvolvendo um modelo de negócio sustentável, sem onerar o usuário, bem como a prototipagem, testes e análise de mercado. Ferramentas como o UX Canvas, Matriz CSD, Entrevista com usuário e Persona foram aplicadas para o desenvolvimento do aplicativo capaz de atender às demandas do mercado e trazer alternativas no segmento de saúde e segurança do trabalho, que ainda não conta com um número significativo de aplicativos e ferramentas acessíveis capazes de digitalizar esse tipo de processo. Como resultados, foram atingidos os objetivos de desenvolver a modelagem do aplicativo através das ferramentas propostas, bem como todo o escopo de um projeto capaz de se tornar um negócio digital completamente viável do ponto de vista prático atendendo sempre o público-alvo proposto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ferramentas Ágeis; UX Canvas; Segurança do Trabalho; Modelagem de Negócios.

**ABSTRACT**: In a scenario where work routines have been transformed by technologies that aim to facilitate the daily lives of professionals and ensure their competitiveness, a profession has

evolved very little related to other jobs, Ergonomic Work Analyzes (AET) have still been carried out manually, making it very difficult for ergonomists, especially technicians and occupational safety engineers, to perform. Given this scenario, problems related to occupational health are a real opportunity for the development of innovations, such as applications, software and business models capable of overcoming the obstacles faced by Occupational Health and Safety (OHS) professionals, enabling them to diagnose and assist other workers to have a healthy occupational routine. In this sense, the objective of this work was to perform the modeling of an application capable of assisting in the elaboration of AETs, mainly in the use of the NIOSH tool, with low cost, simple use and capable of adding value to the user based on its functionalities. The modeling was made from the development of the application prototype, which had the "freemium" business model, in which the entry version has no costs for the user, who has the option to purchase other services, including other tools and have access to purchase PPE online in an in-app store. Agile business management and modeling tools were used to survey the profile of users, developing a sustainable business model, without burdening the user, as well as prototyping, testing and market analysis. Tools such as UX Canvas, CSD Matrix, User Interview and Persona were applied to the development of the application capable of meeting market demands and bringing alternatives in the occupational health and safety segment, which still does not have a significant number of applications and accessible tools capable of digitizing this type of process. As a result, the goals of developing the application modeling through the proposed tools were achieved, as well as the entire scope of a project capable of becoming a completely viable digital business from a practical point of view, always serving the proposed target audience.
**KEYWORDS**: Agile Tools; UX Canvas; Workplace safety; Business Modeling.

## INTRODUÇÃO

As rotinas de trabalho têm sido transformadas por tecnologias que visam facilitar o cotidiano dos profissionais e garantir sua competitividade. No entanto, uma profissão tem evoluído muito pouco em relação aos demais postos de trabalho. As Análises Ergonômicas do Trabalho (AET) ainda têm sido feitas de maneira manual, dificultando muito a atuação dos ergonomistas, principalmente técnicos e engenheiros de segurança do trabalho. Na prática, a avaliação ergonômica do trabalho é realizada através de métodos/ferramentas e normas que consideram um grupo de condições de trabalho e um foco específico (Laperuta, 2018).

O Brasil possui uma quantidade expressiva de engenheiros de segurança do trabalho. Segundo Lapa (2017), dados do Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) indicam a existência aproximadamente 10.000 engenheiros de Segurança do Trabalho com vínculo empregatício em atividade no país nos últimos anos. De acordo com o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), existem no Brasil pelo menos 40.000 Engenheiros de Segurança do Trabalho registrados no conselho. Segundo a Associação Nacional de Engenheiros de Segurança do Trabalho (ANEST), já foram graduados no Brasil algo em torno de 120.000 Engenheiros

de Segurança do Trabalho desde que a profissão foi regulamentada pela lei 7.410, de 27 de novembro de 1985.

A mesma situação se repete em relação aos técnicos em segurança do trabalho. Segundo Lapa (2017), dados da RAIS-MTE apontam que existem no Brasil mais de 90.000 técnicos de Segurança do Trabalho, atuando com vínculo empregatício. Já para a Federação Nacional de Técnicos de Segurança do Trabalho (FENATEST) há mais de 330.000 técnicos de Segurança do trabalho formados no Brasil.

O mercado de trabalho por meio de vínculo empregatício formal para esses profissionais se dá, de maneira geral, com grandes empresas, pois são estas as organizações que dispõem de estrutura e capital necessário para investir nesse tipo de serviço. Grande parte desses profissionais acaba trabalhando de maneira autônoma, ou seja, não dispondo de recursos provenientes de grandes organizações e sem capacidade de investir em ferramentas de análise ergonômica do trabalho devido aos seus altíssimos custos.

Dentre os principais problemas enfrentados por estes profissionais, estão a dificuldade de realização das AETs, principalmente no que se relaciona aos cálculos do método proposto pelo "National Institute of Occupational Safety and Health" (método NIOSH), que avalia a carga levantada pelos trabalhadores sem causar lesões. Esse método foi concebido em 1981 e revisado ao longo dos anos, tornando-se uma equação que fornece meios para a avaliação de tarefas de levantamento assimétrico de cargas e levantamento de objetos com pegas não ideais com ambas as mãos (ERGO, 2006).

Uma vez que os "softwares" de suporte a esse tipo de cálculo e análise são financeiramente pouco acessíveis, sobretudo aos profissionais autônomos, e de utilização complexa, os profissionais da área de Saúde e Segurança do Trabalho enfrentam empecilhos consideráveis na execução de suas funções.

Dentre as diversas doenças relacionadas à saúde ocupacional, a dor nas costas (dorsalgia) é a doença mais incidente nos postos de trabalho nos últimos dez anos e, segundo a Secretaria de Previdência, 83,7 mil casos de afastamentos do trabalho foram registrados por esse motivo apenas em 2017 (Ministério do Trabalho e Previdência, 2020). Tal fato demonstra a existência de uma demanda relevante para atuação dos profissionais de SST e traz à tona as dificuldades que esses profissionais enfrentam em sua rotina.

Diante deste cenário, problemas referentes à saúde ocupacional são uma verdadeira oportunidade para desenvolvimento de inovações, como aplicativos, softwares e modelos de negócios capazes de superar os entraves enfrentados pelos profissionais da SST para que eles possam diagnosticar e auxiliar todos os demais trabalhadores, para que eles tenham uma rotina ocupacional saudável. Segundo Santos et al. (2018), as organizações precisam, então, associar a eficiência do trabalho com qualidade e saúde do trabalhador, aplicando inovações em processos e equipamentos, de forma a eliminar os acidentes e os impactos causados por eles.

Ainda segundo Santos et al. (2018), em um estudo de caso realizado em uma empresa com mais de 20 anos de atividade no Brasil na produção de chapas de drywall para construção civil, investimentos em automação, inovação, novas tecnologias, preparação e qualificação de mão-de-obra, saúde, segurança e ergonomia levaram a empresa a reduzir expressivamente o número de acidentes de trabalho, o que reduziu os respectivos impactos financeiros do afastamento de colaboradores, além de proporcionar um clima de maior segurança no trabalho.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho realizar a modelagem de um aplicativo capaz de auxiliar na elaboração das AETs, principalmente na utilização ferramenta NIOSH, com baixo custo, de simples utilização e capaz de agregar valor ao usuário com base nas suas funcionalidades. Serão aplicadas ferramentas para fazer um levantamento do perfil dos usuários, para o desenvolvimento de modelo sustentável de negócio, sem onerar consideravelmente o usuário, bem como a prototipagem, testes e análise de mercado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar esta pesquisa foi utilizada uma abordagem qualitativa, baseando as ferramentas aplicadas em entrevistas padronizadas ou estruturadas, que, segundo Lakatos (2017), buscam compreender as perspectivas e experiências dos entrevistados, conhecer o significado que o entrevistado dá aos fenômenos e eventos de sua vida cotidiana, passo fundamental para tentar extrair as informações necessárias para o projeto. Também foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que segundo Marconi e Lakatos (2017), é um tipo específico de produção científica, com foco principal em artigos científicos, que constituem o foco primeiro dos pesquisadores, porque é neles que se pode encontrar conhecimento científico atualizado, de ponta.

Para isso foi proposta a utilização de conceitos chamados de UX Designer, ou também chamada Experiência do Usuário, que nada mais é do que a forma como uma pessoa se sente ao usar um produto. Em 2011, foi criada a ISO 9241-210, que aborda ergonomia e a interação homem-máquina e o design centrado em pessoas em sistemas interativos. De acordo com a definição dada pela ISO 9241-210, Experiência do Usuário são as respostas e percepções de uma pessoa resultantes do uso de um produto, sistema ou serviço.

A pesquisa teve uma abordagem qualitativa, tendo em vista que essas ferramentas de modelagem expressam as características dos grupos nas quais são aplicadas. Foram estudados profissionais e estudantes da área de SST, a fim de entender suas necessidades, entrevistando-os para que a aplicação das ferramentas de modelagem fosse possível.

Essas modelagens foram feitas a partir das chamadas ferramentas ágeis, que têm sido frequentemente utilizadas na gestão e concepção de novos projetos. A primeira ferramenta utilizada foi o UX Canvas, que é uma variação do Canvas de modelo de

negócios. Segundo Neves (2014), Canvas é uma metodologia de design que se utiliza de um quadro construído para guiar a atividade de projetar artefatos com características inovadoras, para agregar mais valor ao cliente. No mundo dos negócios, o Canvas ganhou o sentido de um modelo visual por meio do qual o empreendedor apresenta em apenas uma página os principais elementos do seu negócio.

Ainda segundo Neves (2014), o uso de Canvas como base para aplicação de métodos de design tem crescido sistematicamente, com vários exemplos no mercado e na academia, o que está relacionado à agilidade proporcionada por este tipo de metodologia, que surgiu na área de desenvolvimento de softwares e vem sendo incorporada ao cotidiano das empresas dos mais variados ramos.

O UX Canvas consiste em preencher um quadro composto de nove campos com questões que servirão de base para elaboração do projeto:

• Clientes – Quem é meu cliente?

• Requerimentos – Quais parâmetros o cliente exige no projeto?

• Objetivos do cliente – O que meu cliente espera alcançar com a ideia?

• Recursos – Quais os recursos serão necessários ou terei disponíveis para colocar a ideia em prática?

• Proposta de experiência – Qual a experiência que a minha ideia deverá proporcionar?

• Artefato/ideia proposta – o que será produzido?

• Usuário – Quem é meu usuário?

• Cenários/pontos de uso – Como a ideia será usada pelo usuário?

• Objetivos do usuário – O que meu usuário espera alcançar com a ideia?

A partir destas informações é possível ter o escopo do projeto desenhado, entendendo o seu propósito.

Além do UX Canvas, foi utilizada como instrumento de pesquisa a matriz de Certezas, Suposições e Dúvidas (CSD), que, segundo de Paula (2017), é uma forma ágil e visual de identificar e alinhar com todo o grupo estudado todas as informações já verificadas e que se tornaram certezas, quais são as suposições e quais as dúvidas a serem respondidas. Ao ter a Matriz CSD definida, obtém-se uma ideia clara do que todos sabem e não sabem sobre o projeto, auxiliando no momento de decidir o que é necessário fazer e onde/como obter resposta para basear as próximas etapas em informações sólidas.

A Matriz CSD foi criada com o auxílio da ferramenta Trello, que é uma plataforma que permite que o trabalho seja desenvolvido de forma colaborativa, dando mais agilidade e garantindo maior controle das atividades. Os dados utilizados para o preenchimento da Matriz foram baseados nas respostas das entrevistas realizadas conforme apresentado a seguir.

A entrevista com o usuário, uma das técnicas adotadas no presente trabalho, consiste na elaboração de perguntas que podem levar ao aperfeiçoamento do projeto a partir do direcionamento dado pelo usuário. Segundo Farias (2018), entrevista com usuários é um tipo de pesquisa bastante útil no início do processo de design, na fase Preparar do Processo. Ela serve para levantar informações qualitativas sobre usuários efetivos e/ou potenciais do produto digital.

As entrevistas foram realizadas com 2 professores de um curso técnico em segurança do trabalho e com 5 alunos, ambos grupos compostos por profissionais atuantes no mercado que se prontificaram a responder um questionário composto por 6 perguntas que visavam descobrir o quanto e como um aplicativo voltado para área de SST poderia contribuir no seu dia a dia profissional.

O questionário foi composto por perguntas abertas, visando dar maior flexibilidade às respostas dos participantes. Elas foram escolhidas baseadas na ferramenta plano de ação, ou também chamada de 5W2H, que, segundo Maróstica et al. (2020), é a ferramenta mais utilizada para a estruturação de um plano de ação e consiste em responder algumas perguntas que estão listadas abaixo e que foram adaptadas para atender as necessidades do projeto.

- “What”: O que será feito? Define os objetivos.
- “Who”: Quem o fará? Determina os responsáveis pelo planejamento, pela avaliação e pela realização dos objetivos.
- “When”: Quando será feito? Define os prazos.
- “Where”: Onde será feito? Determina o local ou o espaço físico para a realização dos objetivos.
- “Why”: Por que será feito? Mostra a importância de cumprir os objetivos.
- “How”: Como será feito? Define os meios para as tarefas a serem executadas.
- “How much”: Quanto custará? Liga-se diretamente aos custos para a execução dos objetivos.

A Tabela 1 apresenta o questionário aplicado.

| Pergunta | Motivação |
|---|---|
| 1. Quais as principais ferramentas de SST utilizadas no seu dia a dia? | What: O que será feito? |
| 2. Você utiliza algum tipo de “software” para SST? | How: Como será feito? |
| 3. Como um aplicativo poderia te ajudar no seu cotidiano em SST? | Why: Por que será feito? |
| 4. Quem faz a integração dos seus dados com o E-social? | Who: Quem o fará? |
| 5. Quanto você estaria disposto a gastar com uma ferramenta que pudesse facilitar o seu trabalho? | How much: Quanto custará? |
| 6. Qual o seu canal de compras para EPI? | Where: Onde será feito? |

Tabela 1. Questionário base das entrevistas realizadas.

Fonte: Adaptado de Maróstica et al. (2020).

Com base nas respostas oferecidas nas questões 1, 2 e 3 foi possível traçar o perfil dos possíveis usuários do aplicativo, que foram construídos com o auxílio de outra ferramenta, e entender como é o cotidiano do profissional de SST, as principais ferramentas de análise que ele utiliza e saber o quanto a tecnologia pode auxiliar em sua rotina.

Já a questão 5 ajuda a descobrir o quanto um profissional estaria disposto a investir na aquisição de uma ferramenta como essa. As questões 4 e 5 foram incluídas com o objetivo de criar alternativas futuras de ampliação do negócio, oferecendo a integração dos dados ao E-social, ferramenta do governo que integra dados relacionados a SST, também a opção de entrar no ramo das vendas digitais de EPI numa possível integração com uma loja.

O eSocial é um projeto do governo federal, instituído pelo Decreto nº 8.373, de 11 de dezembro de 2014, que tem por objetivo desenvolver um sistema de coleta de informações trabalhistas, previdenciárias e tributárias, armazenando-as em um Ambiente Nacional Virtual, essa obrigação faz com que os profissionais de SST necessitem de meios para fazer essa integração, gerando uma oportunidade de incluir essa funcionalidade adicional a ferramenta em um momento futuro.

Uma análise dos clientes também foi feita utilizando-se da técnica Persona, que foi aplicada de acordo com o perfil do grupo de profissionais e estudantes de SST estudados. Segundo Siqueira (2020), Persona é a representação fictícia do cliente ideal de um negócio. Ela é baseada em dados reais sobre comportamento e características demográficas dos clientes, assim como suas histórias pessoais, motivações, objetivos, desafios e preocupações.

Segundo Maróstica et al. (2020) atualmente o foco de quem adota uma estratégia digital é a correta identificação da persona que navega pelos ambientes digitais e a geração de ações que não sejam intrusivas e que procurem persuadir, entreter e educar o internauta com o objetivo de torná-lo um seguidor, por isso, além do questionário, a persona é baseada

em características gerais do público-alvo pretendido.

A última etapa do desenvolvimento do projeto é a chamada prototipagem. Segundo Dias (2019), a prototipagem tem como finalidade demonstrar as ideias e as características de funcionamento do sistema por meio de desenhos, sejam eles “rabiscos” no papel ou interfaces bem próximas à realidade final do produto, feitas com ferramentas que permitem esboçar a interface de uma maneira semelhante ao sistema final.

## Resultados e Discussão

Com a aplicação das ferramentas descritas foi possível desenvolver todo o projeto do aplicativo, até aqui denominado Ergo Fácil APP, bem como desenhar o modelo de negócios por trás do aplicativo tendo seu desenvolvimento atrelado à participação de uma equipe de entrevistados atuante no segmento de SST, o que torna o aplicativo uma ferramenta com maior potencial para atender às necessidades do mercado e gerar engajamento nas redes sociais.

Inicialmente, com o UX Canvas, foi definida toda a base da do negócio, qual seria a proposta por trás do aplicativo, quais seriam os requisitos do projeto, os possíveis clientes e quais os seus objetivos com relação ao projeto, como seria a experiência do usuário e os possíveis cenários para implementação e desenvolvimento do projeto. A Figura 1, Ux Canvas apresenta os requisitos do projeto.

Figura 1. UX Canvas.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

No campo referente aos clientes foi definido como público-alvo principal as pequenas empresas e profissionais autônomos da área de segurança do trabalho, os quais foram apontados pelas entrevistas como os principais consumidores de uma ferramenta como a que foi proposta, pois são detentores de poucos recursos para investir nesse tipo de

recurso.

Os requerimentos e os objetivos dos clientes, são todos os aspectos do aplicativo relevantes para os clientes que foram melhor definidos com a aplicação da persona, outras características importantes sobre esse público puderam ser deduzidas a partir de conhecimento prévio do público, como a falta de intimidade com a tecnologia ou mesmo a pouca experiência profissional.

Os recursos, ainda que não levantados por completo, tendo em vista o caráter inicial do projeto, compõem tudo o que será necessário para a execução do projeto. Neste momento foram levantados os recursos humanos, no caso profissionais de TI e de segurança do trabalho.

A proposta de experiência, também chamada por Maróstica et al. (2020) de proposta de valor, busca atender às necessidades dos potenciais clientes. Ela é o projeto do aplicativo propriamente dito, sendo a resultante de todos os outros campos e acaba originando artefato que nada mais é do que a ideia do projeto propriamente dito, que tem como objetivo o atendimento das necessidades dos clientes já identificadas, sendo propostos os principais clientes e um cenário de uso, que engloba as possibilidades de aplicação da ideia.

O UX Canvas compõe o escopo inicial do projeto, sendo uma forma prática de modelagem do negócio por trás do aplicativo, possibilitando ter uma ideia mais clara do projeto, fundamental para identificar elementos chave na criação de valor para o cliente, bem como ilustrar a ideia de maneira visual, facilitando a comunicação com as partes interessadas no projeto.

Após a elaboração do Canvas fica mais fácil identificar os próximos passos a serem tomados com relação ao projeto do aplicativo, possibilitando delinear melhor a ideia e enxergar as principais potencialidades a serem exploradas com as demais ferramentas.

Em seguida, com a aplicação da Matriz CSD, foram ratificados os dados levantados incialmente, concluindo que os principais problemas enfrentados no segmento de SST são as dificuldades encontradas na execução das AETs, principalmente no que diz respeito aos cálculos de NIOSH, além do elevado custo e complexidade que aplicativos e “softwares” para SST representam, sobretudo aos profissionais autônomos, dificultando a contratação desses serviços por pequenas e médias empresas.

As certezas, suposições e dúvidas levantas com o auxílio da matriz ajudam a traçar os rumos do projeto, as certezas ficaram evidenciadas em toda a pesquisa bibliográfica, que mostrou que a grande maioria dos profissionais de SST são autônomos e possuem poucos recursos para investir e que as empresas, principalmente as menores, carecem ainda se adequar as constantes mudanças nas NRs.

As suposições e dúvidas são as principais incertezas do projeto, pontos que necessitam ser observados de perto, como questões referentes a legislação, custos, e até mesmo sobre o público-alvo.

A Figura 2 apresenta a Matriz CSD criada Trello, ferramenta específica para criação de quadros e gestão de tarefas.

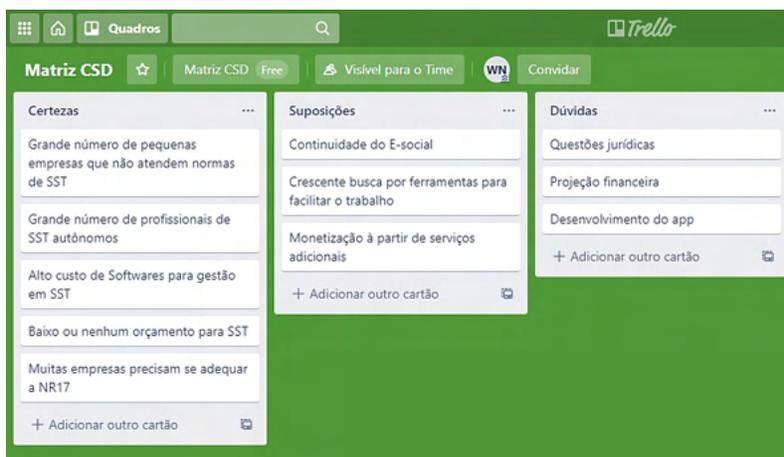



Figura 2. Matriz CSD.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

As suposições ou dúvidas, são fatores que ainda não temos elementos concretos suficientes para chegarmos as conclusões e mesmo assim são importantes oportunidades de melhorias ou mesmo pontos de dor a serem acompanhados ao longo do projeto. Mudanças governamentais podem impactar na continuidade do e-social, no momento as ferramentas tecnológicas têm sido muito buscadas, e existe uma possibilidade de monetizar o aplicativo oferecendo outros serviços.

Dúvidas sobre aspectos jurídicos demandam uma consulta com especialistas, projeções financeiras e de desenvolvimento do “app” são fatores importantes, mas que serão levados em consideração em um momento futuro.

A entrevista com o usuário permitiu agregar valor ao projeto, tendo em vista que foram identificados fatores críticos, como o preço que um profissional da área está disposto a pagar por uma ferramenta como essa. Isso abre espaço para a ideia de que um aplicativo que proporcione uma ferramenta de análise ergonômica do trabalho, rápido, fácil e gratuita tem grande potencial de sucesso. Entretanto, a construção desse tipo de aplicativo nessas condições é um desafio, pois para isso é necessário que os seus custos sejam muito baixos.

As entrevistas, conforme demonstrado no quadro da sessão materiais e métodos foram importantes fatores para conhecer mais sobre o público-alvo e servem como base para um plano de ação de atuação dentro do mercado, uma vez que o desenvolvimento de um aplicativo tão específico precisa conhecer muito bem o segmento de mercado onde pretende atuar.

A escolha dos entrevistados, foi um fator determinante no modelo final do projeto,

uma vez que devido as circunstâncias foram escolhidos profissionais que atendiam a alguns requisitos, como proximidade com o mercado de trabalho e vivência profissional no segmento de SST, também considerando o aspecto da diversificação entre profissionais mais experientes e iniciantes no mercado, uma vez que todos, por diferentes razões tem interesses em utilizar de ferramentas que possam facilitar o cotidiano profissional.

Finalmente, a utilização da Persona possibilitou desenhar os principais perfis de clientes e entender como suas características pessoais e profissionais refletem as necessidades de acordo com suas particularidades, possibilitando o delineamento de um produto mais específico de acordo com a demanda e as características do público-alvo.

Personas com características diferentes garantem uma diversificação na tentativa de atingir um público-alvo mais abrangente, uma vez que a ideia do aplicativo é atingir uma gama variada, desde os iniciantes, como os mais experientes, técnicos a engenheiros, estendendo o leque de possibilidades. A Figura 3 representa a primeira *persona*, um profissional experiente, mas que demanda atenção, pois gostaria de imergir no mercado aproximando-se da tecnologia bem como dos benefícios que ela pode trazer para seu trabalho.

Figura 3. Persona 1.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

A figura 4 representa a aplicação da ferramenta persona nos demais entrevistados, que são especialmente mais jovens e que utilizam da tecnologia para tudo e teriam a oportunidade de usa-la também dentro do seu escopo profissional, de uma maneira fácil, rápida e barata.

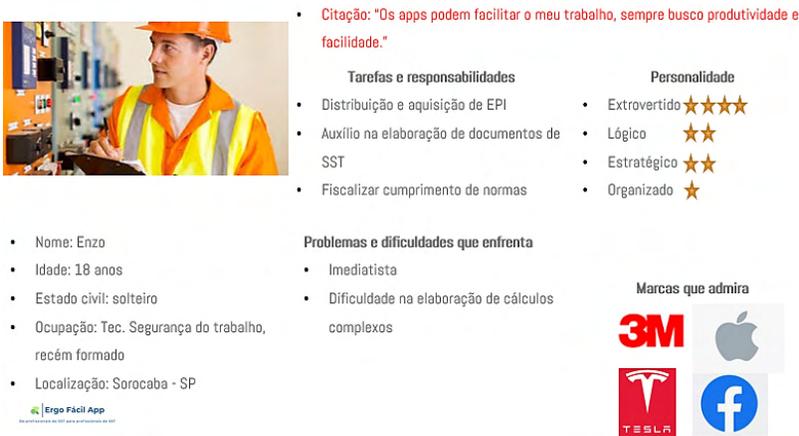



Figura 4: Persona 2.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Foram desenhadas duas personas distintas, um profissional mais velho e com mais experiência, com objetivos condizentes com o seu momento profissional, o qual busca se requalificar para manter-se atualizado no mercado, e ainda um segundo mais jovem, recém-formado, procurando se firmar no mercado. Mesmo com perfis muito diferentes ambos enxergam a necessidade de utilizar ferramentas tecnológicas, pois é uma tendência em todos os mercados.

A etapa final de prototipagem foi desenvolvida dentro de uma ferramenta web específica, o Figma, que conta com recursos gratuitos e de fácil usabilidade, capazes de proporcionar de forma rápida, fácil e barata o desenvolvimento do layout de um aplicativo interativo e funcional, capaz de servir como forma de testagem, possibilitando grande flexibilidade na apresentação de um projeto como esse. A figura 5 apresenta o guia de estilo criado.

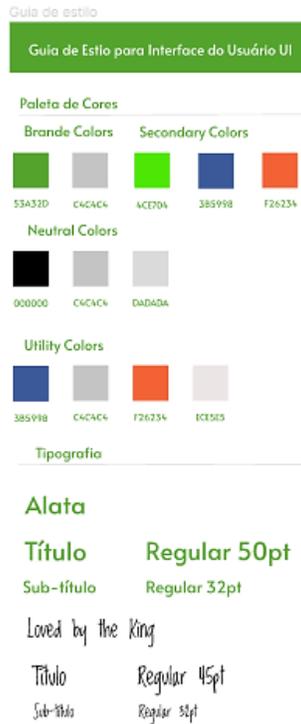



Figura 5: Guia de estilo.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

A imagem acima foi retirada da plataforma Figma, ela representa o guia de estilo que compõem as telas do aplicativo, como cores e fontes. Elas foram escolhidas para tentar criar a identidade visual da marca.

A Figura 6 apresenta as interfaces criadas para as telas do aplicativo.

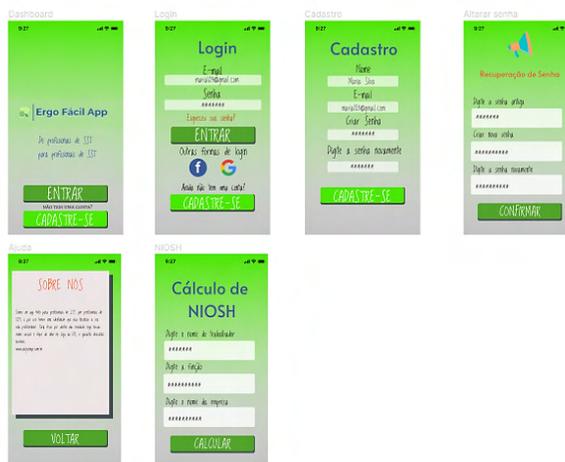



Figura 6. Interfaces do usuário.

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Nas imagens acima, também extraídas da plataforma Figma, estão representadas cada uma das telas do aplicativo, que foi denominado como Ergo Fácil App, nas telas é possível visualizar a interface de entrada, login, cadastro de usuários, recuperação de senha, informações sobre o aplicativo e a interface de cálculo. Estas telas iniciais foram desenvolvidas com o intuito de testar na prática a aceitação por parte dos usuários selecionados, os quais tiveram a oportunidade de visualizar e navegar entre as telas.

O protótipo apresentado aos entrevistados, tem a finalidade única e exclusiva de verificar as funcionalidades e interfaces oferecidas para os usuários e verificar sua usabilidade, não sendo ainda viável o seu uso para fins de cálculo e utilização do aplicativo, que ainda não chegou a ser codificado, ou seja, desenvolvido por uma equipe de especialista em sistemas.

É importante deixar claro que este trabalho ficou apenas no campo da análise da viabilidade prática da criação desse projeto, focando na modelagem do aplicativo capaz de atender as características apontadas pelos possíveis clientes como essenciais e, até o momento, não foi possível uma análise da viabilidade técnica e econômica para implementação de um projeto como esse. Por isso, as ferramentas escolhidas serviram apenas para ajudar na modelagem desse negócio.

O modelo de negócios por trás do aplicativo é chamado de freemium, que, segundo Camargo (2019), é um modelo de negócio baseado na criação e disponibilização de um produto ou serviço gratuito, porém, que passa a ser pago para contar com algumas funcionalidades extra.

Este projeto foi responsável por criar a modelagem do aplicativo baseado no modelo de negócios estudado que terá em sua versão gratuita apenas a função para

executar o cálculo de NIOSH, servindo como porta de entrada para o Ergo Fácil APP, que posteriormente poderá contar com uma loja de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) integrada, além de outras funcionalidades e ferramentas de análise voltadas para a SST, que serão oferecidas em uma versão premium, ou seja, terão um custo para o usuário.

Este tipo de modelo de negócios é capaz de criar uma comunidade por trás dos usuários que são atraídos em um primeiro momento pela facilidade de utilizar uma ferramenta gratuita e acabam retornando e utilizando outras funcionalidades, bem como tornam-se adeptos à compra de EPIs de maneira totalmente on-line, gerando um modelo sustentável ao longo dos anos, tendo em vista que o negócio pode crescer de acordo com novas demandas do mercado.

## CONCLUSÃO

Este projeto surgiu a partir de uma oportunidade visualizada no segmento de saúde e segurança do trabalho, na qual, por diversas vezes, sente-se que as ferramentas disponíveis para área ainda são muito escassas, dentro de um mercado pouco explorado. O desenvolvimento desse projeto foi uma importante forma de consolidar conceitos aprendidos durante todo o curso de Gestão de Negócios, tendo a oportunidade de desenvolver o conceito de um aplicativo que atende uma necessidade do mercado.

Diante disso, o objetivo deste trabalho de realizar a modelagem de um aplicativo capaz de auxiliar na elaboração das AETs, com foco na ferramenta NIOSH, foi completamente atingido. Foram utilizadas diversas ferramentas de gestão e modelam de negócios através das quais foi possível desenvolver todo o escopo de um projeto de aplicativo capaz de se tornar um negócio digital completamente viável do ponto de vista prático atendendo sempre o público-alvo proposto pelas ferramentas aplicadas.

Uma lacuna encontrada foi a questão da abrangência das entrevistas realizadas, uma vez que levantamentos mais completos teriam a oportunidade de levantar novas demandas dos profissionais da área, o projeto abre as portas para futuras pesquisas que tenham interesse em desenvolver outras ferramentas e modelos de negócios capazes de impulsionar o campo da SST.

Esses foram os primeiros passos, cabendo agora um uma próxima oportunidade tirar a etapa de modelagem do papel e passar a desenvolver o aplicativo, sempre testando na prática com o auxílio das ferramentas ágeis, que têm sido tão utilizadas tanto na área de tecnologia, como na área de gestão com resultados sempre surpreendentes.

## REFERÊNCIAS


BRASIL, 2014. Decreto nº 8.373, de 11 de dezembro de 2014. Institui o Sistema de Escrituração Digital das Obrigações Fiscais, Previdenciárias e Trabalhistas - eSocial e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 dez. 2014.

CAMARGO, G. 2019. Conheça o modelo de negócio Freemium e saiba como estreitar a sua relação com seu público. **Rock Content**. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/freemium/>. Acesso em: 11 out. 2020.

DIAS, R.P. 2019. **Prototipagem de Software**. Disponível em: <https://medium.com/contexto-delimitado/prototipagem-de-software-7ac07027e6d8>. Acesso em: 11 out. 2020.

SANTOS, M.G.F.; MENDES, M.M.; COSTA, T.A.P. **Inovação em segurança e ergonomia no processo de produção de chapas de drywall**. In: 9th International Symposium on Technological Innovation. 2018.

ERGO, Cadernos. Gestão da Qualidade no PCMSO. Equação do NIOSH para Levantamento Manual de Cargas. Ergo Editora Ltda. **Ergonomia, Saúde e Segurança** - n.1, out./dez. 2006, Aracajú, SE, Brasil. Anais.

FARIAS, G.S. 2018. **Entrevistas com usuários: Para que serve? Como fazer?** Disponível em: <https://medium.com/7bits/entrevistas-com-usu%C3%A1rios-pra-que-serve-como-fazer-f2d8f4674802>. Acesso em: 11 out. 2020.

LAPA, R.P. 2017. **O profissional de segurança do trabalho no Brasil**. Disponível em: https://segurancatemfuturo.com.br/index.php/2017/09/22/o-profissional-de-seguranca-do-trabalho-no-brasil/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20CONFEA,do%20Trabalho%20registrados%20no%20conselho.&text=J%C3%A1%20para%20a%20FENATEST%20%E2%80%93%20Federa%C3%A7%C3%A3o,do%20trabalho%20formados%20no%20Brasil.

SAÚDE DO TRABALHADOR: Dor nas costas foi doença que mais afastou trabalhadores em 2017. **Ministério do Trabalho e Previdência**. 08 jun. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/assuntos-previdencia/noticias/previdencia/institucional/saude-do-trabalhador-dor-nas-costas-foi-doenca-que-mais-afastou-trabalhadores-em-2017. Acesso em: 11 out. 2020.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. 2017. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ed. Atlas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LAPERUTA, D.G.P.; OLIVEIRA, G.A.; PESSA, L.R.; Luz, R.P. 2018. Revisão de ferramentas para avaliação ergonômica. **Revista Produção Online** 18(2): 665-690.

MARÓSTICA, E.; MARÓSTICA, N.A.C.; Branco, V.R.C. 2020. **Inteligência de Mercado**. 2ed. Cengage, São Paulo, SP, Brasil.

PAULA, H. **Matriz CSD**. Certezas, Suposições e Dúvidas. Disponível em: https://www.hellerhaus.com.br/matriz-csd/. Acesso em: 04 abr. 2021

SIQUEIRA, A. 2020. **Persona: como e por que criar uma para sua empresa**. Disponível em: <https://resultadosdigitais.com.br/blog/persona-o-que-e/>. Acesso em: 04 abr. 2021

## SOBRE O ORGANIZADOR

**ADRIANO PEREIRA DA SILVA -** Mestre em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO); Pós-Graduado em Gestão da Manutenção pela Universidade Salvador (UNIFACS); Pós-Graduando em Gestão de Projetos pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR); Graduado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE); Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Atua como professor instrutor de ensino e aprendizagem no núcleo das engenharias da Pitágoras-BA; coordenador do projeto de extensão "Engenharia no Cinema"; auditor do Sistema de Gestão Integrado; revisor de periódico científico na Revista Brasileira de Meio Ambiente; membro da comissão editorial da editora Atena; conteudista de material acadêmico na Dtcom, Grupo Kroton e Grupo Ideale; escritor; palestrante; consultor de eficiência produtiva; além de trabalhar na Pacioli Serviços Contábeis no gerenciamento de processos. Possui vivência em projetos multidisciplinares nas áreas de Manufatura, Logística de Armazenamento e Gerenciamento de Projetos, com foco no planejamento, desenvolvimento das funções, correção e melhoria contínua.

# ÍNDICE REMISSIVO

## A



## B



## C



## D



## E



## F



## G

**U**

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

# Collection:
# APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

Ano 2022

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

# APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

Ano 2022